Anatomen Leonardo.

Død 2. mai 1519.


22101561154



Leonardo da Vinci.

1452—1519.

Selvportræt i rødkridt fra det kgl. bibliotek i Turin

With the Author's compliments

Meddelelse fra Universitetets Anatomiske Institut.
Bestyrer: Professor dr. Kr. E. Schreiner.

Anatomen Leonardo.

Død 2. mai 1519.

Av

H. Hopstock,
Prosektor.

Sommario in italiano (pag. 76).
Summary in english (pag. 81).

Christiania.
Steen'ske Bogtrykkeri og Forlag.
1919.

SÆRTRYK AV:
NORSK MAGAZIN FOR LÆGEVIDENSKABEN
HEFTE 5, MAI, 1919
RED.: DR. MED. F. G. GADE

Visdommen er erfaringens datter.
Sandheden er kun en datter av tiden.
Leonardo.

Den største del av Leonardo da Vinci's anatomisk-fysiologiske manuskripter opbevares, som bekjendt, i Windsor.

Seksti av dem med tilsammen ca. 400 tegninger er utgit i faksimiler med diplomatarisk transskription og i fransk oversættelse som *Fogli A,* Paris 1898, Rouveyre's forlag, og *Fogli B,* Turin 1901, Viarengo's forlag, av russeren Sabachnikoff og italieneren Piumati med en fortale av den franske anatom Duval.

Indholdet av disse to bind er behandlet tidligere[1]) i «Norsk Magazin for Lægevidenskaben».

Resten av Windsor-manuskripterne — 129 blade med tilsammen ca. 1 050 tegninger — er utgit i faksimiler med diplomatarisk transskription og med oversættelse til engelsk

[1]) H. Hopstock: «Leonardo da Vinci som anatom». Norsk Magazin for Lægevidenskaben 1906

og tysk som *Quaderni d'anatomia I—VI* av Vangensten, Fonahn og Hopstock paa Jacob Dybwads forlag, Christiania, i aarene 1911—1916.

Hvert *Quaderno* (ɔ: hefte) har en indledning, som indeholder en manuskriptbeskrivelse av hvert blad (folio), desuten behandler indledningen i korthet det væsentlige av indholdet, og tilslut har hvert *Quaderno* en kort indholdsfortegnelse av teksten paa hvert blad, nærmest utarbeidet ved stikord.

Leonardo har ikke numereret sine passus eller tegninger. Til faksimilerne i *Quaderni* er der derfor utarbeidet *dækblade* paa transparent papir, hvor tekstavsnittene er numereret med romertal, figurerne med arabiske; de bogstaver, som findes paa tegningerne, er transskriberet paa dækbladene. Romertal er ogsaa sat foran passus i den transskriberte tekst og i oversættelserne for at læseren let kan gjenfinde ethvert tekstavsnit og kontrollere læsningen. Passus er numereret i den rækkefølge, i hvilken Leonardo, saavidt det lar sig fastslaa, sandsynligvis har nedskrevet dem.

Idet der her henvises til, hvad «Magazinet» for 1906 indeholder om Leonardo's liv, person og personlighet, hans forskjellige virkefelter, endvidere om anatomiens stilling paa Leonardo's tid og om det da foreliggende anatomiske billedstof, om hvorledes hans manuskripter, saaledes ogsaa de anatomisk-fysiologiske, efter hans død blev spredt for alle vinde, hvorved en stor del av dem taptes, fremdeles om Leonardo's betydning som biolog og som anatom — væsentlig baseret paa indholdet av *Fogli* —, vil det maaske interessere «Magazinets» læsere at se en kort fremstilling av de vigtigste resultater med hensyn til Leonardo's forskning, saaledes som det fremgaar av *Quaderni*.

Faksimilerne i *Fogli* viser Leonardo's blade uten farver; *Quaderni* indeholder hans manuskripter, saaledes som de i virkeligheten ser ut ɔ: med de forskjellige farvetoner,

papiret har, og med de nuancer, som tegningerne og tekstavsnittene viser i rødkridt, i blyant, i blæk og i andre farver.

Mens tegninger og tekst i *Fogli* omhandler, paa nogle faa undtagelser nær, kun anatomiske og fysiologiske spørsmaal, behandler tre fjerdedele av *Quaderni* saadanne emner, mens en fjerdedel av tegningerne og meget av teksten angaar utenforliggende, især mathematiske, geometriske, fysikalske og kunstneriske themata. Dette taler for, at mens Leonardo's forskning paa den tid, han beskjæftiget sig med de blade, som er samlet i *Fogli*, omtrent udelukkende har været koncentreret paa hans dissektionskunst, har hans studier i den periode, han skrev de blade, som er samlet i *Quaderni*, været spredt paa en hel del heterogene ting.

Quaderni viser tydeligere end *Fogli* maaten, hvorpaa Leonardo har drevet sin anatomi, og det spatium av tid, inden hvilket denne har utviklet sig.

Mens bladene i *Fogli* gjennemgaaende viser Leonardo som den selvstændige, fremragende anatom, specielt med hensyn til hans tegninger, hvorfor disse blade hovedsagelig maa skrive sig fra hans senere aar og væsentlig omhandler osteologien, myologien, det perifere nervesystem, karrene, abdomens organer og delvis trachea, alt i et forholdsvis flydende og klart sprog, stammer *Quaderni*, som nævnt i indledninger til disse, fra et meget langt tidsrum i Leonardo's forskning, helt fra hans allerførste anatomiske studier, fra 1489, da han sandsynligvis begyndte dem, til hans seneste aar, hvorfor hans sprog her oftere er knudret og indviklet, saa det er vanskeligt at finde rede i meningen; men overalt er stilen sterkt særpræget.

Flere av disse blade tyder paa, at Leonardo fra først av har øst av gamle kilder, tekst og tegninger, før han selv begyndte at dissekere; han har søkt at anskueliggjøre og forklare ved tegninger denne gamle anatomi, men da kilderne ikke har været baseret paa virkeligheten, blir,

som følge herav, disse Leonardo's tegninger heller ikke stemmende med denne og er ofte skematiske og klodsede. Saa er han begyndt at drive egne studier, først usikker, senere sikrere og mere maalbevidst, for tilsidst, idet han mere og mere løsriver sig fra de gamle overleveringer, at træde frem ogsaa i *Quaderni* som den store naturforsker. Og idet han har fulgt sin gang paa gang opstillede fordring om at foreta mange undersøkelser av en og samme del av legemet, finder man i *Quaderni* hans mange tegninger av et og samme organ, paa samme og paa forskjellige blade, og netop disse hans mange gjentagelser viser hans fremskridt som anatom fra hans første famlende forsøk til den fuldt utviklede, selvstændige præparator. Men paa et og samme blad kan man træffe tegninger, som skriver sig fra forskjellige perioder av hans utvikling.

Quaderni viser ogsaa, at Leonardo har dissekeret dyr; fra disse undersøkelser har han delvis overført sine fund til mennesket; undertiden er han blit staaende ved dette, saaledes som enkelte tegninger fra embryologien og genitalia tyder paa, men ellers gjengir han tilsidst forholdene, som de er hos mennesket. Men det besynderlige er, at paa enkelte topografisk-anatomiske tegninger fra hans bedste tid kan han hente sin fremstilling av et enkelt organ fra dyr; det ser ut, som om han har gjort dette *experimenti causa*, thi paa andre steder er organet rigtig fremstillet.

Visse gebeter av anatomien, som kun løselig er berørt i *Fogli*, er i *Quaderni* gjort til gjenstand for en ofte indgaaende behandling, f. eks. embryologien, generationsorganerne, diafragma, lungerne, hjernens hulheder, og specielt hjertet og blodets gang samt overflateanatomien og proportionslæren.

Det fremgaar tydelig av *Quaderni*, at Leonardo foretar sine dissektioner vistnok forat konstatere de anatomiske kjendsgjerninger, men ogsaa for ved hjælp av dem at komme paa det rene med de fysiologiske processer. Anatomiske og fysiologiske undersøkelser gaar derfor haand i

haand hos ham, ikke sjelden lægger han det største arbeide i de sidste. Og som den store fysiker og mathematiker Leonardo er, bekræfter han sine fysiologiske undersøkelser ved eksperimenter og ved beviser hentet fra fysiken og mathematiken; flere av hans uttalelser stemmer ogsaa hermed: «Den[1]) som ikke er mathematiker efter mine grundsætninger, maa ikke læse mig.» «Og derfor[2]), o studerende, studer mathematik, og byg ikke uten fundament.»

For naturforskeren Leonardo er det en selvfølge at søke principerne for dyrenes bevægelser i lovene for mekaniken. Under overskriften «Om maskinerne» opstiller han fire naturkræfter[3]): den lokale bevægelse, som fremkaldes av de tre andre kræfter, nemlig den naturlige tyngde, kraften og «percussionen», d. v. s. avslutningen eller standsningen av bevægelsen. Enhver lokal, uvilkaarlig bevægelse blir fremkaldt av den vilkaarlige motor, likesom uhrets lodder blir trukket op av sin motor, mennesket. Og elementerne frastødes eller tiltrækkes gjensidig, saaledes som man ser, hvorledes vandet, naar det opvarmes ved ilden, støter den i vandet indeholdte luft fra sig som blærer, hvorledes flammen trækker luften til sig, og hvorledes vandet fordamper ved solvarmen og derefter falder ned som regn. «Men tingenes immense kraft, som fremkaldes i elementerne, det er percussionen.»

Leonardo's generelle syn paa, hvorledes man skal foreta undersøkelser forat faa et tilfredsstillende kjendskab til legemet og dets dele, fremgaar av hans[4]) «Plan for bogen». «Denne min fremstilling av det menneskelige legeme skal bli dig demonstreret ikke anderledes, end om du hadde det naturlige legeme for dig, saa at du, hvis du grundig vil kjende det dissekerte menneskes dele, maa dreie det eller dit øie, betragtende det fra forskjellige synspunkter, nedenfra, ovenfra og fra siderne, dreiende det og søkende hver dels utspring; og saaledes har den naturlige dissektion tilfredsstillet dig i dit kjendskab; men du

[1]) Q. IV, fol. 14 v. [2]) Q. I, fol. 7 r. [3]) Q. I, fol. 1 r. [4]) Q. I, fol. 2 r.

skal vite, at saadant kjendskab ikke tilfredsstiller dig paa grund av den meget store konfusion av panniklerne (ɔ: hinderne) med vener, arterier, nerver, sener, muskler, knokler og blod, som farver hver del med en og samme farve; og karrene, som tømmer sig for sit blod, blir ikke erkjendt paa grund av sin diminution; og hindernes integritet blir ødelagt ved opsøkningen av delene, som er indesluttede i deres indre, og deres gjennemsigtighed, farvet av blod, lar dig ikke erkjende de av dem bedækkede dele paa grund av sin blodfarves ensartethed; og du kan ikke ha nogen kjendskab til dem, uten at du konfunderer og destruerer det andet. Derfor er det nødvendigt at gjøre flere dissektioner. — — — Altsaa blir hver del og hvert hele bekjendt for dig ved mine tegninger ved hjælp av demonstration fra tre forskjellige sider av hver del.

— — Altsaa vil ved 15 hele figurer kosmografien av mikrokosmos («minor mondo» ɔ: mennesket) bli demonstreret for dig i den samme orden som før mig blev gjort av Ptolemaeus i hans kosmografi av makrokosmos» (ɔ: verden). Og Leonardo fordrer[1]: «Du skal i din anatomi skildre alle stadier av delene, fra menneskets undfangelse og til dets død, og til knoklernes død, og hvilken del av dem først blir ødelagt og hvilken del holder sig længere».

Leonardo var en belæst mand og har hat kjendskab til Galen, Avicenna, Mondino og Benedetti, men hans syn paa autores fremgaar av mange av hans passus[2], f. eks.:

«Jeg forstaar ikke som de at anføre lærde autoriteter, men det er en meget større og værdigere sak at støtte sig paa erfaringen, deres mesteres mester. Disse mennesker gaar omkring opblæste og pralende, smykkede ikke med egne, men med andres egenskaber og vil dog ikke indrømme mine. De foragter mig, som er opfinder —

[1]) Q. VI, fol. 22 r. [2]) Citeret efter Osvald Sirén: Leonardo da Vinci. Stockholm 1911.

hvormeget mere fortjener de da ikke selv, som aldrig har opfundet noget, men kun reciterer og utbasunerer andres værker, at klandres. — — De, som alene studerer de gamle forfattere og ikke naturens værk, er stedsønner, men ikke sønner av naturen, alle gode forfatteres mor.»

Hvilke dype følelser, der besjæler Leonardo under hans dissektionsarbeide, fremgaar av denne passus[1]: «O forsker av denne vor maskine, du skal ikke være bedrøvet over, at du gir kundskab om den ved næstens død; men glæd dig over, at vor skaber har bundet forstanden til et saadant fuldkomment instrument», og hvilke fordringer han stiller til den, som dissekerer, sees av følgende[2]:

«Og hvis du har kjærlighed til saadanne ting, vil du maaske bli hindret av mavesækken; og hvis denne ikke hindrer dig, vil du maaske bli hindret av frygt for at leve i nattens timer i selskab med saadanne opdelte, flaaede og skrækkelig udseende lig; og hvis dette ikke hindrer dig, mangler du maaske den gode tegnekunst, som hører til saadan fremstilling; og hvis du har tegnekunsten, blir den ikke ledsaget av perspektivet; og om den ogsaa blir ledsaget derav, vil du mangle methoden for geometriske demonstrationer og methoden for beregningen av musklernes kræfter og styrke; eller maaske vil taalmodigheden mangle dig, saa at du ikke vil være omhyggelig.

Om alt dette har været i mig eller ikke, vil de hundrede og 20 av mig forfattede bøger gi kjendelsen Ja eller Nei, i hvilke jeg ikke er blit hindret hverken av havesyke eller av skjødesløshed, men kun av tid. Vale.»

Leonardo's *nomenclatur* er meget mangelfuld: knokler, muskler, nerver og kar har som regel ikke bestemte navne, men blir betegnet med bogstaver eller paa anden maate; for knoklers vedkommende findes der gamle navne som f. eks. adjutorium for os humeri, furcula for kraveben, focile majus et minus for ulna og radius; muskler betegnes

---

[1]) Q. II, fol. 5 v. [2]) Q. I, fol. 13 v.

ogsaa ved sine utsprings- og fæstepunkter; pars domestica og pars silvestris benyttes for bøie- og strækkesiden av ekstremiteterne, rascetta og pecten manus for haandled og mellemhaandsknokler; meri for øsofagus, sifac for peritoneum, mirac for buken o. s. v. — alt middelalderske termini.

Som rimeligt kan være, er Leonardo's fremstilling av de embryologiske forhold ufuldstændig.

Han synes at ha undersøkt embryoner av dyr, høns og kalve, før han har studeret det menneskelige føtus. Han siger nemlig[1]: «Men først skal du gjøre dissektion av det utrugede egg», før man viser forskjellen av leveren hos føtus og det fuldt utviklede menneske. Figur 3, fol. 8 v., *Quaderno III*, skriver sig sandsynligvis fra fugleegget, og han opfordrer til at observere[2], «hvorledes fuglen ernærer sig i egget». Han nævner[3], at kyllinger kan utruges ved ovnsvarme. «Spør[4] Biagin Crivellis hustru, hvorledes kapunen, naar den er beruset, nærer og utruger hønens egg. — Dens kyllinger blir git i en kapuns varetægt, som er ribbet paa undersiden av legemet og derefter gnedet med nesler og sat under kurven; og da gaar kyllingerne ind under den, og den føler, at den blir kløet av varmen og finder behag deri, hvorfor den siden leder dem og kjæmper for dem, idet den hopper op i luften til heftigt forsvar mot hønsehøken.» Han synes ogsaa at ha søkt efter aarsaken til kjønsforskjellen, og mener at ha fundet den i at[5]: «Egg, som har rund form, gir hanner, og de lange gir hunner.»

Leonardo har en række meget smukke tegninger av menneskefostre, liggende i uterus[6]; stillingen av fosteret er rigtig, og det synes, som om han maa ha hat adgang til at secere gravide. Fosteret er omgit av tre hinder, «animus»,

---

[1]) Q. I, fol. 10 r. [2]) Q. III, fol. 9 v. [3]) Q. III, fol. 7 r. [4]) Ibid. [5]) Ibid. [6]) Q. III, fol. 7 r og 8 r.

«alantoydea» og «secondina», hvilke sandsynligvis svarer til amnios, allantois og chorion hos dyrefostret. Nogen enkelt placenta er ikke fremstillet, derimot sees, hvorledes chorion paa flere steder er forbundet med uteri indre flate ved kotyledoner; de mandlige kotelydoner paa chorion griper ind i de kvindelige paa uterus: «Det lille barn[1]) i livmoren har tre pannikler, som omgir det, av hvilke den første blir kaldt animus, den anden alantoydea, den tredje secondina; med denne secondina forbinder livmoren sig ved kotyledoner, og alle forbinder sig i navlestrengen, som er sammensat av kar. — Hvorledes[2]) livmorens tre pannikler forbinder sig med hverandre ved kotyledoner. Kvindelige og mandlige kotyledoner. Lad dig gi en secondina (ɔ: en efterbyrd) av kalver, naar de er født, og observer formen av kotelydonerne, om de bevarer de mandlige eller de kvindelige. Jeg observerer, hvorledes fosterhinderne («secondina») er forbundne med livmoren, og hvorledes de løser sig fra den.» Secondina er saaledes benyttet i forskjellig betydning: som chorion, som efterbyrd og som fosterhinder i almindelighed.

Fosteret aander ikke i uterus, fordi det ellers vilde drukne, da det ligger i vand[3]), og Leonardo søker forklaringen til, at det ligger i vand deri, at tunge ting[4]) veier mindre i vand end i luft; og fosteret[5]) behøver heller ikke at aande, fordi det blir belivet og ernæret ved morens liv og næring. Han benegter, at fosteret graater eller skriker i mors liv; tror man[6]) at høre lyd i en gravid uterus, er det snarere larmen av vind. Han bemerker oftere, at «en sjæl behersker to legemer», og at det, som[7]) moren spiser, eller de indtryk, hun faar, kan gjøre sig gjældende paa fosteret. Han angir[8]) det fuldbaarne fosters længde til en *bracchio*, og længden av det utvokste menneske til det tredobbelte av det fuldbaarne fosters. Han har obser-

[1]) Q. III, fol. 8 v. [2]) Q. III, fol. 8 r. [3]) Q. III, fol. 7 r. [4]) Q. III, fol. 1 v. [5]) Q. III, fol. 8 r. [6]) Q. III, fol. 7 v. [7]) Q. III, fol. 3, v og 8 v. [8]) Q. III, fol. 7 r.



Folio 8 recto. *Quaderno III.*

veret[1]) et foster, som var mindre end en halv *bracchio* og nær fire maaneder; han uttaler[2]): «Si, hvorledes barnet i fjerde maaned har halvdelen av sin længde d. v. s. av otte gange mindre vægt end, naar det er født», og han gjør opmerksom paa, at fosteret[3]) i uterus vokser hurtigere end barnet efter fødselen, og at et et-aars barn endnu ikke har naaet den dobbelte længde av et ni maaneder gammelt foster. Han har undersøkt[4]) fosterets indvolde og gjør opmerksom paa den store venstre halvdel av leveren, og at den blir mindre efter fødselen. Han synes at ha observeret[5]) navlevenens omdannelse til lig. teres hepatis efter fødselen.

Ogsaa ved disse undersøkelser over fosterets opstaaen, vekst og fødsel kommer Leonardo igjen til den opfatning av mennesket, som man ogsaa ellers møter oftere i hans forskningsarbeide, den nemlig, at mennesket ikke danner noget isoleret i naturen, men kun en del, et enkelt led i det store ensemble, og at mennesket derfor er underkastet den samme *necessità* som alle andre levende væsener. Han former disse sine tanker[6]) i følgende ord: «Al sæd har navlestreng, som brister, naar denne sæd er moden. Og paa lignende maate har de matrix og secondina, saaledes som planterne og al sæd, som vokser i bælger, viser.»

Paa disse embryologiske blade møter man et av Leonardo's eiendommelige sprang i tankegangen: Idet han tegner et foster[7]) i intrauterin stilling med bøiet albuled og proneret haand, er han pludselig kommet til at tænke paa, hvilke muskler det er, som bøier i albuleddet, hvorfor han like under fostertegningen gjør to ganske flygtige, i farten noget mangelfulde, skitser av armens muskler og med haanden proneret; hans tekst her, midt imellem forøvrig

[1]) Q. III, fol. 7 v. [2]) Q. I, fol. 10 r. [3]) Q. III, fol. 7 v. [4]) Q. III, fol. 8 v, Q. I, fol. 10 r. [5]) Q. III, fol. 8 v. [6]) Q. III, fol. 9 v. [7]) Q. III, fol. 7 v.

udelukkende embryologisk tekst, lyder: «Fremstil her kun de muskler, som tjener til bøining av armen forat bringe den i ret vinkel, og likesaa de muskler, som bringer den til at dreie haanden fortil og bagtil. Og rot dig ikke ind i noget andet, men fremstil enkelt de funktioner, som de muskler utfører, som har sit utspring mellem skulderen og albuen, utsprunget alene ovenfor albubenet.»

De ydre kvindelige kjønsorganer er tegnet[1]) uten tydelige enkeltheder, men der uttales[2]), at genitalia externa hos unge, middelaldrende og gamle bør beskrives.

Leonardo er den første, som fremstiller uterus med kun een hulhed — fig. 1, fol. 1 v. Q. III; tuberne gaar utover og opover; ovarierne ligger til siden for uterus; paa høire side sees ovariets arterie at komme fra aorta, venen at gaa til vena cava inferior; orificium externum uteri har indrifter. Ovarierne[3]) benævnes «sædkar («vasi spermatici») i form av testikler; og hendes sæd er først blod likesom mandens». Han kjender til, at der er forskjel[4]) mellem mandens og kvindens bækken: «Maal, hvormeget mindre kvindens skamben er end mandens, det er for det rums skyld, som er fra nederste del av skambenet til spidsen av halebenet, av hensyn til fødselen.»

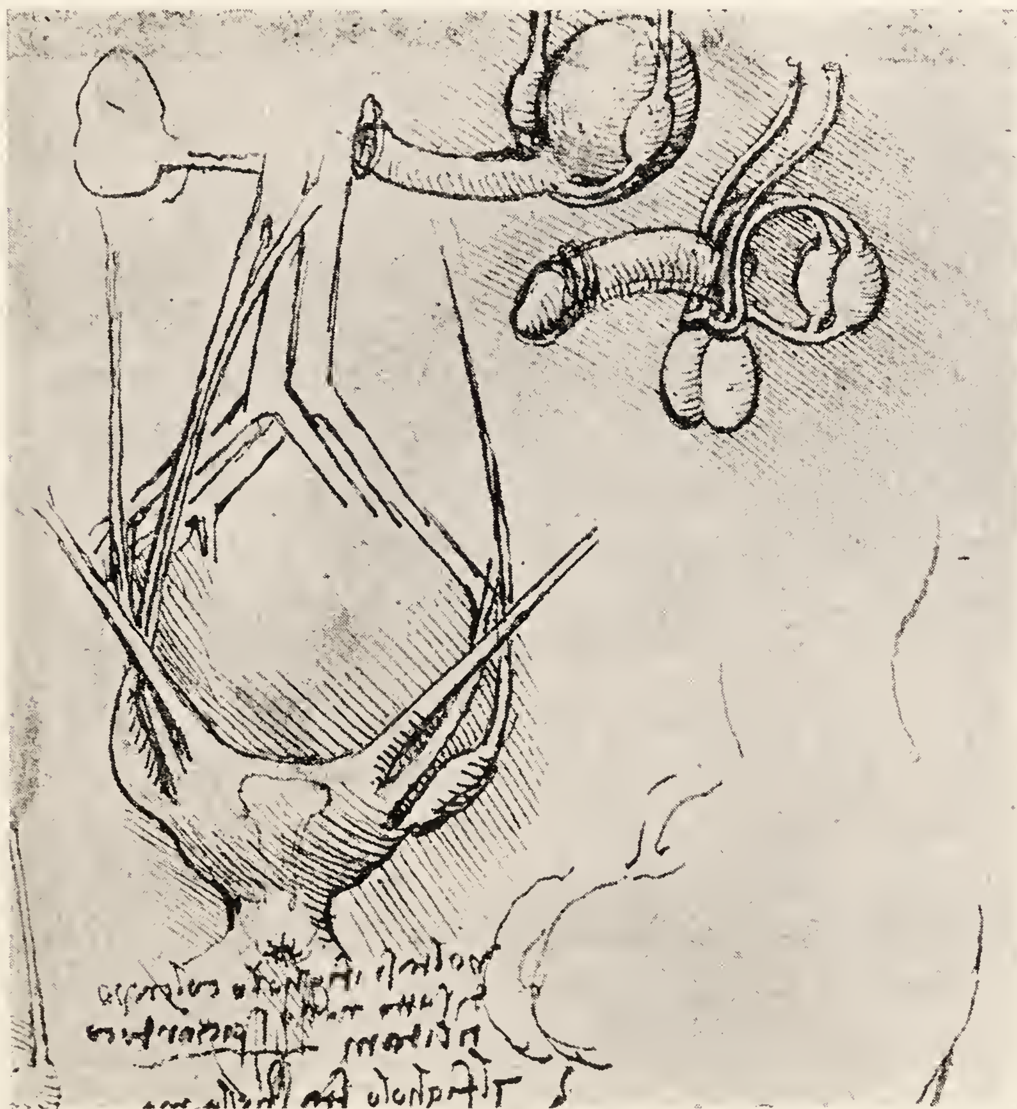
Det fremgaar av forskjellige tegninger[5]), at Leonardo har et forholdsvis godt kjendskab til testis, vas deferens, vesiculae seminales, vasa spermatica og nervus spermaticus internus[6]): «nerve, utspringer ved hvirvelsøilen, som forbinder sig med testiklens vene», om han end ogsaa her delvis overfører sine fund hos dyr til mennesket.

Leonardo kommer med den noget besynderlige uttalelse[7]), at der hos begge kjøn gjør sig gjældende et direkte motsat forlangende med hensyn til størrelsen av genitalia externa. Han avtegner oftere[8]) membrums for-

---

[1]) Q. III, fol. 1 r. og 7 r. [2]) Q. III, fol. 1 r. [3]) Q. III, fol. 1 v. [4]) Q. III, fol. 4 v. [5]) Q. III, fol. 4 v. og 5 r., 6 r., 10 v. og r. [6]) Q. III, fol 3 r. [7]) Q. III, fol. 7 r. [8]) Q. III, fol. 2 r., 3 v.

hold til vagina, og de to første passus til hans berømte, fantastiske sagittalsnit av mand og kvinde *in congressu*[1]) lyder: «Jeg fremlægger for menneskene oprindelsen til deres anden — første eller maaske anden — grund til deres existence. Ved disse figurer blir aarsaken til mange farer for saar og sygdomme demonstreret.»



Fra folio 1 verso. *Quaderno III.*

Leonardo søker at finde forklaring av forhold, som andre vel neppe skjænker en tanke; han sier[2]) saaledes: «Utspringet for membrum er beliggende paa skambensknoklen, forat det kan gi sine aktive kræfter ved coitus et rygstød; thi hvis saadant ben ikke var, vilde dette mem-

---

[1]) Q. III, fol. 3 v. [2]) Q. III, fol. 1 v.

brum, idet det finder modstand, vende tilbake og oftere trænge mere ind i den arbeidendes end i den bearbeidedes legeme.»

Under omtalen[1]) av conceptionen hos sorte kvinder dels ved sorte, dels ved hvite mænd betoner Leonardo, at avkommets hudfarve ikke er betinget av solens indvirkning, men av forældrenes hudfarve, hvad han uttrykker saaledes: «at morens sæd har en indflydelse paa embryo lik farens sæd».

Angaaende osteologien findes i *Quaderni* en del generelle uttalelser, som kun kan være forfattet av en, som er inde i emnet.

I «Plan for bogen» staar der saaledes blandt andet[2]): «Der maa gjøres 3 dissektioner angaaende knoklerne, hvilke maa gjennemsages og for at demonstrere, hvilke er tomme og hvilke ikke, hvilke er marvholdige, hvilke er spongiøse, og hvilke, udenfra indover, er tykke og hvilke tynde, og hvilke har stor tyndhed paa et sted og paa et andet sted er tykke, og paa et andet sted tomme eller fulde av ben eller marvholdige eller spongiøse. Og saaledes kan undertiden alle disse ting bli fundet i det samme ben, og der kan være et ben, som ikke har nogen av dem.» Paa et andet sted[3]) skriver Leonardo: «Knoklen er av ubøielig haardhed, skikket til modstand og er uten følelse og ender i brusk ved sine endepartier. Og dens marv er sammensat av svamp, blod, blødt fedt, beklædt med det fineste slør. Spongiositet er en substans, blandet av ben, fedt og blod.»

Leonardo, hvis behandling av hænderne paa hans malerier er vel kjendt, fordrer[4]) under overskriften «Haanden fra indsiden», at man først skal præparere knoklerne for at lære deres antal, form og leie at kjende, og derpaa skal de gjennemsages. Derefter sættes de sammen efter

---

[1]) Q. III, fol. 8 v. [2]) Q. I, fol. 2 r. [3]) Q. II, fol. 18 v. [4]) Q. I, fol. 2 r.

ledflaterne; saa skal man fremstille musklerne, som forbinder haandled med mellemhaand, dernæst skal demonstreres senerne, som bevæger første, andet og tredje led, derefter nerverne, saa arterierne og venerne, derefter hele haanden med hud; og maalene av haanden og dens dele gives. Og saaledes skal man gaa frem ogsaa ved behandlingen av haandens strækkeside.

Fraregnet to delikate tegninger[1]), i rødkridt, av underekstremitetens knokler med ganske rigtig bækkenhældning, indeholder *Quaderni* — i motsætning til *Fogli* — ingen osteologiske tegninger av nogen større interesse; der findes nemlig forøvrig kun nogle flygtige skitser væsentlig av ekstremiteternes skelet. En tegning[2]) av kraniet, halshvirvlerne, en del av brysthvirvlerne, scapula o. s. v. har intet med virkeligheden at gjøre. Tegningen maa skrive sig fra den første tid av Leonardo's anatomiske studier, før han var begyndt at dissekere, og da han gav sin fantasi frie tøiler paa basis av læsning av gamle kilder, eventuelt gamle, ukjendte tegninger.

Med hensyn til musklernes[3]) generelle form uttaler Leonardo: «Musklerne er av mange slags, d. e. nogle uten sener som bjælkerne i hjertets høire ventrikel og andre lignende, og nogle er runde som de ovennævnte og fritstaaende (ɔ: mm. papillares), og den forbinder sig ikke uten ved tømmer (ɔ: chordae tendineae) med den av den bevægede del. Andre er brede tynde, andre brede og tykke, andre lange og smale, andre lange og tykke; nogle tynde og ovale, andre fiskeformede, andre lacertusformede, nogle dreiede, andre rette. Nogle har senerne paa en enkelt side, andre paa begge ender, andre er delt ved flere sener, som legemets longitudinelle muskler; nogle bevæger delen ved hver ende, nogle bevæger delen ved en enkelt ende, en anden bevæger sig bak sin sene, andre trækker sin sene til sig.» Leonardo uttaler, at musklerne virker

[1]) Q. V, fol. 22 r. [2]) Q. II, fol. 5 v. [3]) Q. II, fol. 15 r.

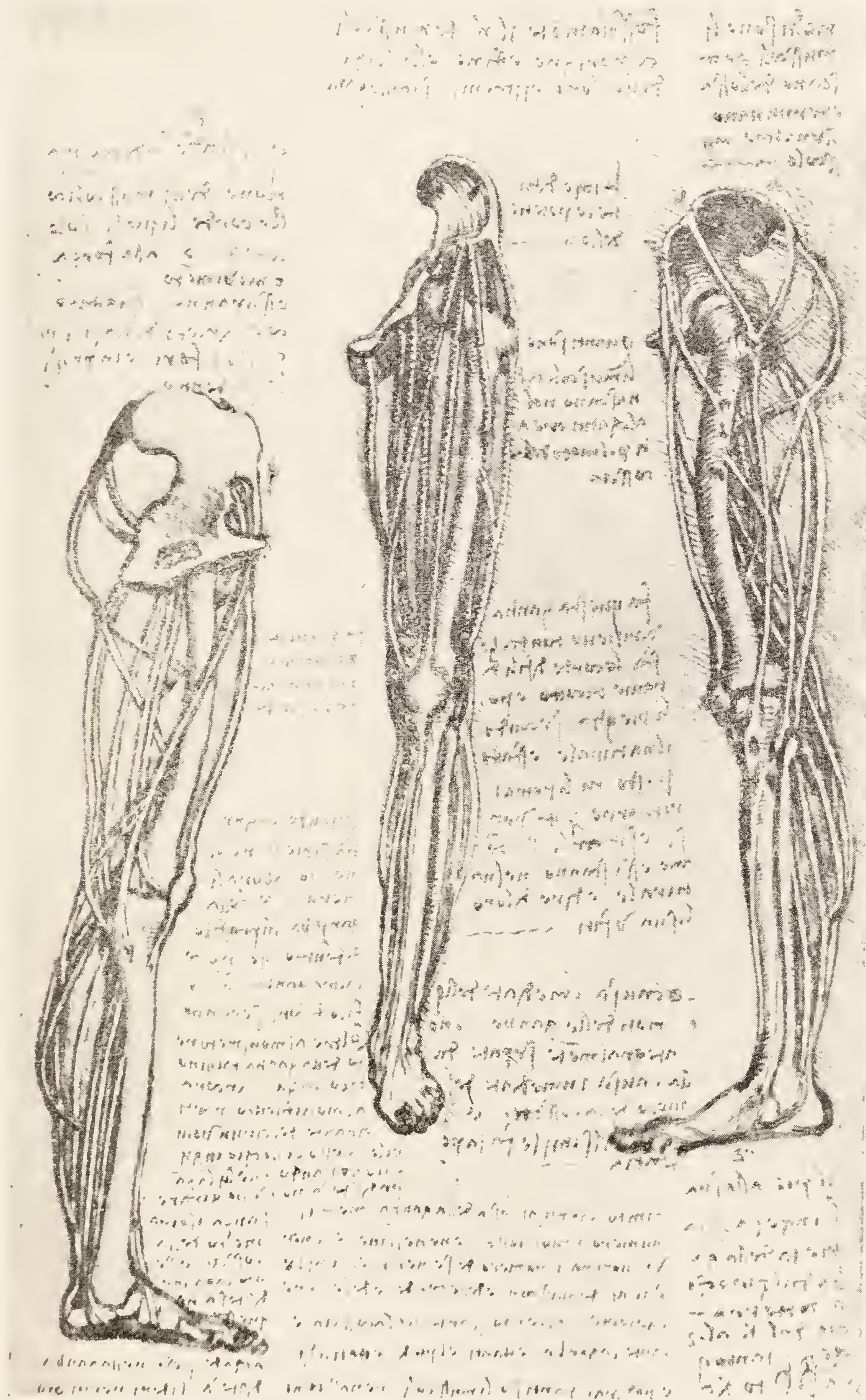
i sin længderetning[1]), og han taler generelt om flerhodede muskler[2]).

I en «Definition[3]) av redskaberne» anføres: «Musklerne, nervernes embedsmænd, trækker senerne til sig, som er forbundne med disse dele, likesom o. s. v. Senerne er mekaniske redskaber, som i og for sig ikke har følelse, men utfører saa meget som blir paalagt dem.»

For at anskueliggjøre underekstremitetens muskler og deres virkninger fremstiller han dem i tre tegninger[4]) ved hjælp av strenge av glødet kobbertraad. Fraregnet enkelte unøiagtigheder, viser strengene rigtige forhold, og til disse interessante tegninger knytter Leonardo følgende tekst: «Hvor mange er de muskler, som utspringer paa hoftebenet, skabte til bevægelse av laaret?

Gjør dette ben i fuldt relief og gjør strengene av glødet kobbertraad og bøi dem derpaa til deres naturlige form; og naar du har gjort dette, vil du kunne tegne dem fra 4 sider og placere dem, som de er i naturen, og tale om deres funktioner. — Naar du er færdig med underekstremiteternes knokler, angiv da tallet av alle knokler, og ved avslutningen av senerne nævn da tallet paa disse sener; og det samme skal du gjøre med musklerne og nerverne og med venerne og arterierne, idet du sier: saa mange har laaret og saa mange læggen og saa mange foten og saa mange tæerne Og derpaa skal du si: saa mange er de muskler, som utspringer paa knokler og ender paa knokler, og mange er de, som utspringer paa knokler og ender i en anden muskel. Og paa denne maate beskriver du enhver detalj av hver legemsdel og især de forgreninger, som nogle muskler gjør, som danner forskjellige sener.» Leonardo præciserer, at under flexion av knæet roterer m. sartorius crus indover, m. biceps utover, mens rotation av benet med strakt knæ kun kan foregaa

1) Q. IV, fol. 6 r. 2) Q. III, fol. 9 v. 3) Q. II, fol. 18 v. 4) Q. V, fol. 4 r.



Folio 4 recto. *Quaderno V.*

i hofteleddet. Han anfører[1]): «Naturen har fæstet alle muskler, som hører til tæernes bevægelse, til læggens knokler og ikke til laaret, fordi disse muskler, naar knæleddet skal bøie sig, hvis de var fæstet til laarets knokkel, vilde trække sig sammen og lukke sig under knæleddet, og vilde ikke uten stor vanskelighed og anstrengelse kunne betjene tæerne.»

M. biceps brachii beskrives[2]) som bøier og supinator, m. brachialis kun som kraftig bøier, og m. pronator blir opstillet som pronator og antagonist av m. biceps. Begge disse sammenlignes med trepanens snorer, som tjener til at kunne pronere og supinere haanden. Ulna karakteriseres som den «uomdreielige» knokkel i forhold til radius, og der præciseres[3]), at pronation og supination foregaar i albuleddet «uten forandring av det ben, som kaldes adjutorium» (ɔ: os humeri). Der uttales[4]), at naar armen bøies i albuleddet, forkorter bøierne sig, mens strækkerne blir længere, alt eftersom bøiningsvinkelen blir spidsere. Deltamuskelens[5]) tre partier og funktionen av dem og av m. pectoralis major og m. teres major er rigtig gjengit.

Musklerne paa kroppens bakside[6]) er kraftigere end forsidens, thi, da man kan bøie sig længere forover end bakover, maa der mere kraft til for igjen at reise sig efter foroverbøining end efter bakoverbøining.

Meget bemerkelsesværdig er de topografisk-anatomiske dissektioner Leonardo har utført av halsen med tilstøtende dele[7]). Paa en række tegninger — fra løse skitser til illustrationer, som i enkeltheder gjengir utførte præparater, og hvor han naar høidepunktet i de to fine sølvstifttegninger, hvor man gjennem den fedtfrie hud paa to ældre individer skimter halsens fossae med underliggende muskler —, har Leonardo topografisk fremstillet det let skitserte ansigtsparti, columna, tungebenet med forbindelse til pro-

[1]) Q. VI, fol. 17 r. [2]) Q. III, fol. 9 v. [3]) Q. IV, fol. 14 r. [4]) Q. VI, fol. 20 r. [5]) Q. VI, fol. 13 r. [6]) Q. IV, fol. 6 r. [7]) Q. V, folio 15—folio 18, fol. 20 v.



Fra folio 18 recto. *Quaderno V.*

cessus styloideus, larynx, trachea, mm. sterno-cleido-mastoideus, trapezius, splenius, scaleni, levator scapulae, vena jugularis med tilløp, carotis, n. vagus med n. laryngeus superior, n. hypoglossus og glandula submandibularis eller en lymfeknute.

Det er ganske eiendommeligt, at Leonardo i disse regionære halstegninger av mennesket har hentet sin fremstilling av tungebenet og larynx fra dyr, maaske fra en hund. Meget bemerkelsesværdig er hans seriesnit [1]) av underekstremiteten.

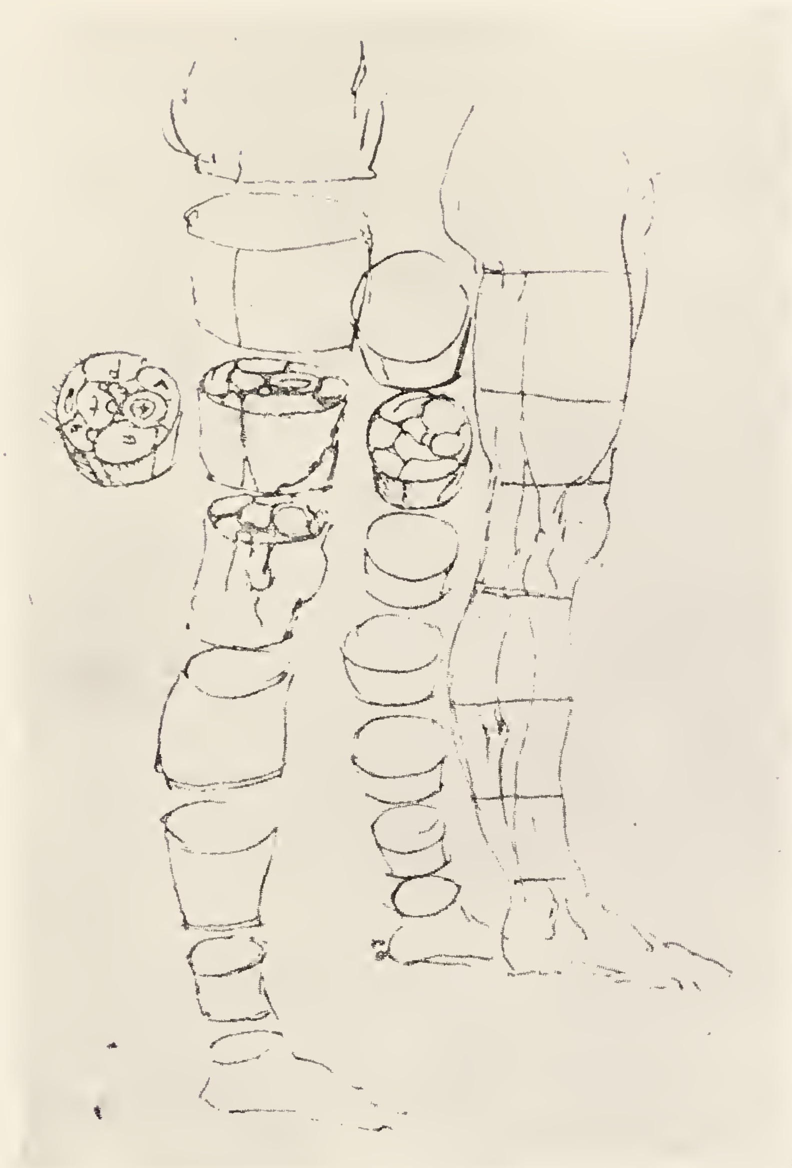
Leonardo er, saavidt man vet, den første, som har utført saadanne topografiske dissektioner og seriesnit.

---

[1]) Q. V, fol. 19 r., 20 r.



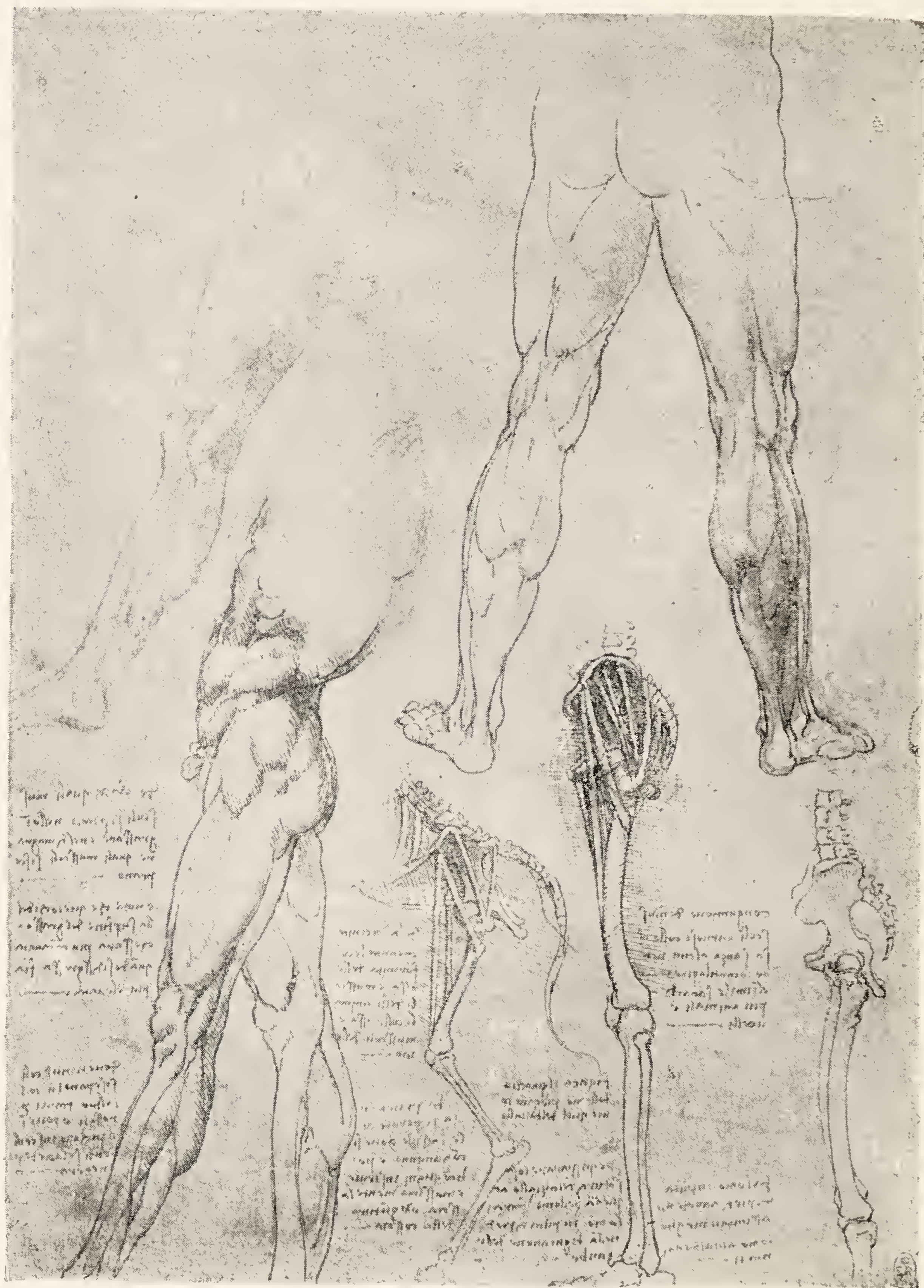
Fra folio 16 recto. *Quaderno V.*



Folio 20 recto. *Quaderno V.*

Leonardo's komparativ-anatomiske blade viser ogsaa hans høit utviklede dissektionskunst og hans forstaaelse av anatomiske forhold. I tilslutning til en fortreffelig tegning[1]) av buken og underekstremiteten paa en muskuløs mand skriver han: «Av hensyn til denne sammenligning skal du tegne froskens ben, som har stor lighed med menneskets saavel i knokler som i sine muskler; derefter skal du la følge harens bakben, som er meget muskuløse og med tydelige muskler, fordi de ikke er

[1]) Q. V, fol. 23 r.



Folio 22 recto. *Quaderno V.*

hindret av fedt.» Paa et delikat utført blad[1]) med brunlig rødt papir og med tekst i rødkridt uttaler Leonardo mellem tegninger av muskuløse mænd og et skeletteret bækkenparti og underekstremitet av menneske og av hest, hvor enkelte muskler er optegnet med traade: «De kjødede musklers forbindelse med knoklerne uten nogen sene eller brusk —, og det samme skal du gjøre hos flere dyr og fugle. Fremstil mennesket (staaende) paa taa, for at du bedre kan sammenligne mennesket med andre dyr. Tegn menneskets knæ, bøiet som hestens. For at sidestille hestens benbygning med menneskets, skal du fremstille mennesket paa taa ved avbildningen av benene. — Om slægtskabet, som konformiteten av knokler og muskler hos dyrene har med knokler og muskler hos mennesket.«

Leonardo's store færdighed som præparator fremgaar paa den smukkeste maate av figurerne folio 11—folio 14, *Quaderno V*, hvor muskler og sener paa den distale del av crus og paa pes, en del av lig. cruciatum saavelsom vagina fibrosa tendinum er fremstillet, og hvor tæerne er forsynet med klør av et dyr av katteslegten, maaske en løve.

Tegningerne — i nogle enkeltheder ikke ganske feilfrie likesom ydre og indre fotrand maa være forvekslet — viser ved sin kombination av menneskefot og dyreklør en av de mest fremtrædende sider hos Leonardo, nemlig hans fantasifulde, kunstneriske skabertrang.

Behandlingen av disse tegninger med sølvstift og farver samt præparators dissektions- og tegnekunst gir disse anatomiske tavler en ganske særegen charme. Bladene er uten tekst; maaske har Leonardo ment, at natur, kunst og kundskab her allikevel fører et tilstrækkeligt tydeligt og klart sprog.

---

[1]) Q. V, fol. 22 r.



Folio 11 recto. *Quaderno V.*

Diafragma er et emne, som Leonardo med forkjærlighed beskjæftiger sig med. Det har form[1]) som en sterkt uthulet ske. Hvis det ikke var hvælvet saaledes, at det kunde opta mavesækken og andre tarme i sin

[1]) Q. I, fol. 5 r.

konkavitet, kunde det ikke bakefter trække sig sammen og med kraft presse tarmene og drive indholdet fra mavesækken over i disse; og det kunde da heller ikke hjælpe bukens muskler til at drive fæces ut, heller ikke kunde det da ved sin kontraktion gjøre brysthulen større og tvinge lungen til at utvide sig, hvilket sker i den hensigt, at lungerne[1]) kan trække luften til sig, med hvilken karrene, som hjertet sender ind i dem, kan forfriske sig.

Leonardo fremhæver paa et andet sted[2]) at diafragma har fire funktioner: 1mo er det en respirationsmuskel, 2do presser det paa mavesækken og driver dens indhold over i tarmen, 3tio driver det sammen med bukvæggen fæces ut, og 4to adskiller det de spirituelle dele (ɔ: lunge og hjerte) fra de naturlige dele (ɔ: bukorganerne). Alle disse funktioner bevirkes, naar diafragma stiger opover eller sænker sig.

Hvorledes diafragmas og bukvæggens bevægelser alternerer — modsatte hverandre som flod og ebbe — beskrives[3]) og demonstreres i en skematisk tegning.

Leonardo uttaler, at muskler[4]) utenpaa ribbenene (ɔ: mm serrati) maa fiksere disse, naar diafragma trækker sig sammen, da det ellers vilde trække dem nedover, idet det med sin omkreds er fæstet til ribbenene.

Leonardo's behandling av hjernens ventrikler viser tydelig, hvorledes hans forskning utvikler sig fra taagede, famlende forestillinger og tegninger, baseret paa gamle feilagtige opfatninger, til et selvstændig studium.

I *Quaderno V*, fol 6 verso skitserer han — ved sagittal og horisontal snit gjennem hodet — hjerneventriklerne, i likhed med tidligere forfattere, som tre smaa, bak hverandre liggende, omtrent likestore blærer, hvorav den forreste gjennem kanaler (ɔ: nerver) staar i forbindelse med øiet og øret. Paa samme blad har han skitseret tversnittet av en løk

---

1) Q. I, fol. 4 v. 2) Q. I, fol. 5 r. og v. 3) Q. I. fol. 6 v. 4) Q. IV, fol. 1 r.

Efterat han har opregnet de lag, han successive træffer paa ved gjennemskjæringen av hodet, uttaler han: «Naar du vil gjennemskjære en løk i midten, vil du kunne observere og tælle alle lag og hylstere, som cirkulært beklæder centrum av denne løk. Likesaa, naar du vil gjennemskjære menneskets hode i midten, vil du først gjennemskjære haaret, derpaa huden og det muskuløse kjød og perikraniet, derpaa kraniet og indenfor dura mater og pia mater og hjernen, derpaa (ɔ: ved basis) igjen pia og dura mater og rete mirabile og fundamentet, benet.»

Paa *folio 7 recto* derimot nærmer han sig meget de virkelige forhold, idet han, fraregnet enkelte detaljer, fremstiller rigtig i et horisontalsnit og i flere profiltegninger basis cranii interna, basis cerebri, hemisfærernes overflate samt hjerneventriklerne og deres forbindelser med hverandre. Han taler om tre ventrikler, og tegninger viser, at han regner begge sideventrikler, som er forbundet med hverandre, for én ventrikel. Sideventriklerne betegner han med *impressiva*, den tredje hjerneventrikel med *sensus communis* og den fjerde med *memoria*; denne sidste synes at fortsætte sig nedover i rygmarven som et tyndt rør (centralkanalen).

Forat skaffe sig en rigtig opfatning av ventriklernes form har Leonardo utført følgende eksperiment: I en av kraniet uttat hjerne har han indsprøitet smeltet voks gjennem et hul i fjerde ventrikel, efterat han først har gjort et hul i begge sideventrikler og stukket ind i dem et rør, for at «luften kan strømme ut». Derpaa fjerner han hjernemassen for at vise formen av ventriklernes avstøpninger. Et lignende forsøk gjentar han med en hjerne, som ligger i kraniet, og indsprøiter denne gang voks gjennem et i basis cranii boret hul, som sandsynligvis fører op gjennem infundibulum. Leonardo's ord er her følgende: «Gjør 2 lufthuller i den større ventrikels horn, og bring det smeltede voks ind med sprøiten, idet du gjør et hul i memorias ventrikel, og fyld gjennem saadant hul hjernens 3 ven-



Folio 6 verso. *Quaderno V.*

trikler; og derefter, naar vokset er blit haardt, avløs hjernen, og du vil se nøiagtig formen av de tre ventrikler. Men sæt først de fine rør ind i lufthullerne, for at luften, som er i disse ventrikler, kan strømme ut og kan gi rum for vokset, som træder ind i ventriklerne.

Formen av sensus communis.

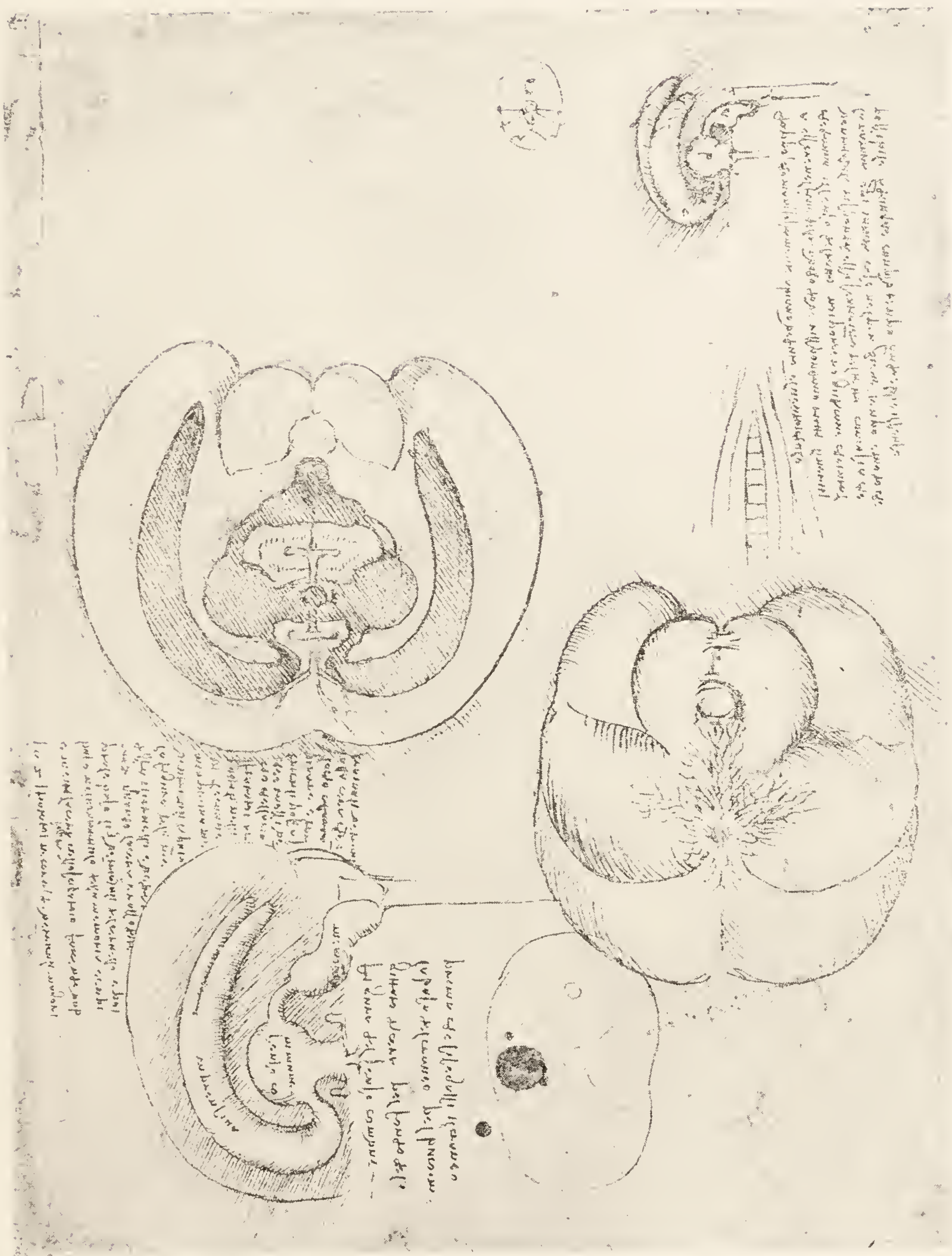
Støbt med voks gjennem hullet m ved bunden av basis cranii, før kraniet var gjennemsaget.»

Fjerde hjerneventrikel omtales som utspringsstedet eller samlingsstedet for «alle nerver, som gir følelse».

Det er klart, at det er forbundet med store vanskeligheder at foreta saadanne eksperimenter som Leonardo's med indsprøitning av en stivnende substans i den bløte hjernemasses hulrum, at det er vanskeligt ad denne vei at kunne faa fuldt naturtro avstøpninger, og at derfor Leonardo's avstøpninger i detaljen maa vise avvigelser fra de virkelige forhold.

Holl pointerer, at Leonardo er den første, som undfangede den idé at injicere en stivnende masse i hjernens hulheder, den første, som ved tegninger av disse avstøpninger gav en i hovedsaken rigtig fremstilling av dem, at det endvidere fremgaar av Retzius's meddelelse i «Biologische Untersuchungen», 1900, at Retzius tror, at «de Rauber-Welcker'ske tegninger av avstøpninger av menneskehjernens ventrikelsystem er nu de eneste, over hvilke anatomien hidtil disponerer», at Welcker fremstillede sine avstøpninger ved injektion gjennem infundibulum, saaledes som Leonardo hadde gjort, og at der maatte forløpe fire hundrede aar efter Leonardo, før en anden anatom igjen faldt paa denne tanke at foreta avstøpninger av hjernens hulrum [1]).

[1]) Holl: Leonardo da Vinci. Quaderni d'Anatomia. Archiv f. Anatomie und Physiologie 1911.



Folio 7 recto. *Quaderno V.*

Paa forskjellige manuskripter i *Quaderni* findes tegninger av en del hjernenerver og av rygmarven, saaledes f. eks. paa folio 8 recto, *Quaderno V*. Fra basis cerebri gaar her først nn. olfactorii, bakenfor disse sees tractus optici, chiasma og nn. optici med bulbi, bakenfor disse igjen grene til overkjæven fra n. trigeminus samt nn. vagi, bakerst rygmarven. Paa et andet sted[1]) er nn. vagi tegnet meget lange og synes at naa gjennem brysthulen ned i bukhulen, hvor de øiensynlig forgrener sig. Paa andre blade[2]) sees n. hypoglossus og n. vagus med n. laryngeus superior. Nervi laryngei inferiores, «nervi reversivi», omtaler Leonardo oftere: «De reversive nerver[3]) er bøiet opover, kun fordi de vilde bli sønderrevet ved den store bevægelse som halsen gjør derved, at den forlænger sig fortil, og endvidere fordi den delvis fører med sig trachea med saadanne nerver.»

I fig. 5, fol. 21 r. *Quaderno V* har Leonardo rimeligvis villet fremstille medulla oblongata. Til denne tegning, som er utydelig, dunkel og ganske skematisk, har han knyttet nogle passus, som viser, at han maa ha foretat eksperimenter paa frosk og vist rygmarvens betydning: «Frosken bevarer livet nogle timer, naar hodet og hjertet og alle indvolde er borttaget. Og hvis du stikker denne streng, krummer den sig straks og dør. Alle nerver hos dyret utspringer herfra; naar denne [streng] blir stukket, dør man straks.» Og paa baksiden av bladet fortsættes beskrivelsen av de eksperimentelle undersøkelser saaledes: «Frosken dør straks, naar rygmarven blir gjennemboret paa den. Og før levede den uten hode, uten hjerte eller noget indvold eller intestin eller hud. Og det synes altsaa, som om bevægelsens og livets fundament ligger her.»

Lignende ganske skematiske tegninger findes paa andre av Leonardo's manuskripter, f. eks. fol. 4 r. og v. og fol. 23 r. *Fogli B*. Saavel i *Quaderni* som i *Fogli* sees

---

[1]) Q. I, fol. 13 v. [2]) Q. V, fol. 16 r., 17 r. [3]) Q. I, fol. 13 v.

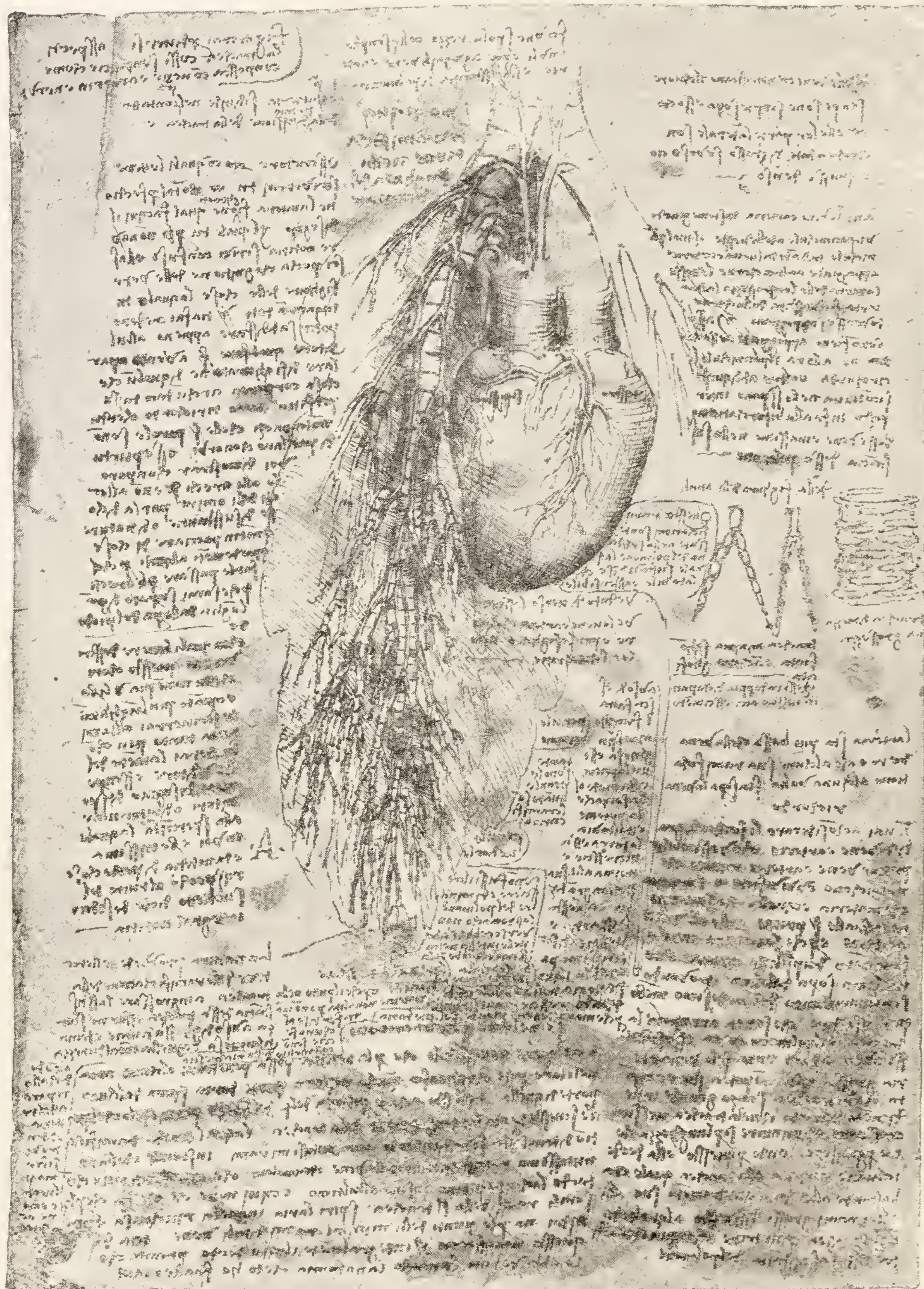
en streng paa hver side av rygmarven, strækkende sig fra hjernen nedover i foramina transversaria; mellem disse strenge og rygmarven gaar der flere forbindelser, ligesom de er forbundne med plexus brachialis. Disse strenge er fantasifostre, de kan ikke være arteriae vertebrales. Man maa være enig med Holl[1]), som tyder dem saaledes, at Leonardo her har øst av gamle, ukjendte kilder, og at Leonardo har villet fremstille en nervestreng — Holl gir den navn av nervus intertransversarius —, som forløper paa den omtalte maate gjennem foramina transversaria istedetfor arteria vertebralis.

Mens meget av det perifere nervesystem er fremstillet naturtro i *Fogli*, er det i *Quaderni* gjennemgaaende behandlet løst og skitsemæssigt. *Plexus brachialis* med grene[2]) kan forfølges dels til albuleddet, dels til haandleddet og dels til haanden, *plexus lumbalis*[3]) sees at bestaa av tre lumbalnerver, hvorfra utgaar n. femoralis med en gren til indsiden av crus samt en del andre grener, og *plexus sacralis* er fremstillet med deling av n. ischiadicus inde i bækkenet[4]) høit oppe paa laaret[5]) og ovenfor knæet[6]).

En væsentlig del av sit anatomisk-fysiologiske arbeide lægger Leonardo i behandlingen av lungerne og aandedrættet.

Hans fremstilling av lungerne synes ogsaa at være baseret paa undersøkelser dels av dyr[7]) og dels av mennesker[8]). Han kjender lungernes form og lapper[9]). Deres substans er dilatabel, extensibel og svampagtig, og de er omgit av en subtil hinde (ɔ: pleura), som lægger sig ind til ribbenenes mellemrum, naar de utvides[10]), og han viser,

[1]) Holl: Leonardo da Vinci. Quaderni d'Anatomia V und VI. Archiv f. Anatomie und Physiologie 1917. [2]) Q. V, fol. 19 r., 21 r. og v. [3]) Q. V, fol. 9 r., 20 v. og 21 r. [4]) Q. IV, fol. 9 r. [5]) Q. V, fol. 9 v. [6]) Q. V, fol. 15 r. [7]) f. eks. Q. II, fol. 1 r. [8]) f. eks. Q. II, fol. 7 v. [9]) Q. III, fol. 4 v., fig. 7. [10]) Q. II, fol. 1 r.



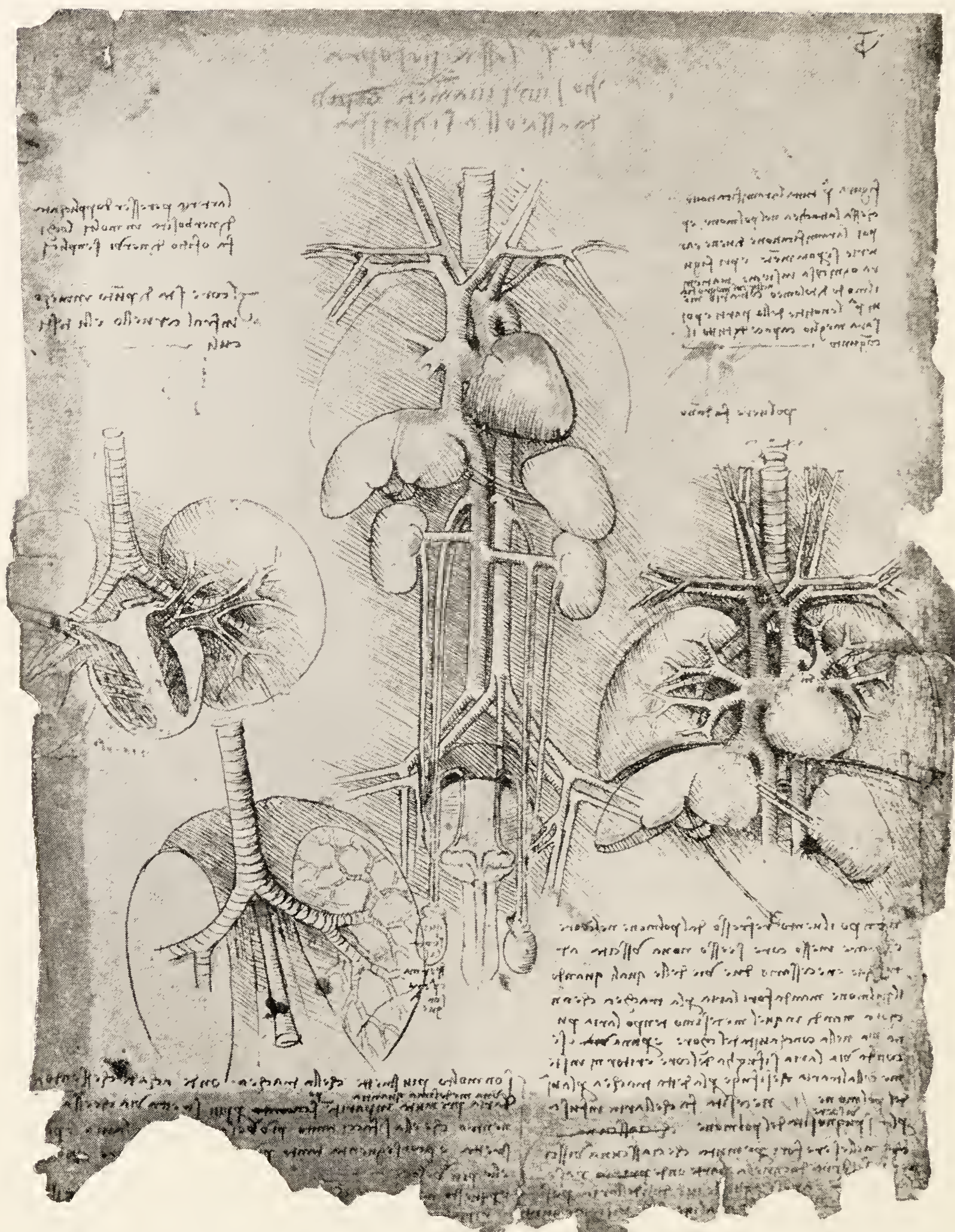
Folio I recto. *Quaderno II.*

hvorledes pleura beklæder ribbenenes indside og diafragmas overside[1]. Først stiller han sig tvilende likeoverfor spørsmaalet, om der findes luft i pleura: «Om der mellem lungen[2] og dens kasse paa noget sted interponerer sig et kvantum luft eller ikke», senere[3] uttaler han derimot, «— — og fordi der ikke kan findes noget vacuum i naturen, maa lungen, som indenfra berører ribbenene, følge deres dilatation».

Bronchierne forgrener sig i lungesubstansen, de blir mindre og mindre og gaar tilslut over i blindt endende rør, som utvider sig i smaa partier, naar de opblæses; disse endepartier avtegnes og beskrives[4], fyldt med og tom for luft: «trachea minima uopblæst og igjen opblæst — som fordobler sig i kapacitet i sin tiltagen»; og gjennem hele lungen følges bronchierne[5] av karrene, og bronchiernes fineste forgreninger staar i intim berørelse med karrenes mindste forgreninger. Mens tracheas to bronchier paa mange av Leonardo's tegninger gaar ind i lungen nær apex, viser andre tegninger[6] omtrent rigtige forhold og han siger her: «Fremstil først den hele forgrening, som trachea gjør i lungen, og derefter venernes og arteriernes forgrening, hver for sig, og fremstil derpaa hver ting med hverandre.»

Paa basis av forsøk med opblæsning av lungerne anser Leonardo det for umuligt, at luft som saadan kan trænge ind i hjertet fra bronchierne; han mener derimot, at det er lungearterierne, som optar «luftens friskhed» fra bronchierne: «Det synes[7] mig umuligt, at nogen luft kan trænge ind i hjertet gjennem trachea (ɔ: bronchierne), fordi den, som blæser op bronchierne, blæser ikke nogen del av luft ut fra nogen del av disse; og dette sker paa grund av den tætte panniculus, med hvilken den hele ramifikation av trachea deler sig til de

[1]) Q. IV, fol. 3 r. [2]) Q. II, fol. 7 v. [3]) Fogli A, fol. 15 v. [4]) Q. II, fol. 1 r., fol. 2 r. [5]) Q. II, fol. 1 r. [6]) Q. III, fol. 10 v. [7]) Q. II, fol. 1 r.



Folio 10 verso. *Quaderno III.*

mindste grene sammen med venernes mindste forgreninger», og[1]): «Men lungen formaar ikke at sende luft ind i hjertet — — —. Og videre træder luften, som blir aspireret av lungerne, ind kontinuerlig tør og kjølig, og gaar ut

[1]) Q. II, fol. 11 r.

fugtig og opvarmet. Men arterierne, som forbinder sig i kontinuerlig kontakt med den gjennem lungen fordelte forgrening av trachea, er det, som optar luftens friskhed, som træder ind i saadan lunge.»

Leonardo fremstiller saaledes bronchierne som et blindt endende rørsystem, fra hvis utvidede endepartier den indaandede luft gaar over i lungekarrene. «Lungens dilatation[1]) sker i den hensigt, at lungen kan trække til sig luften, med hvilken venerne[2]), som hjertet sender ind i den, forfrisker sig.»

Leonardo anfører paa mange steder, at diafragma er den væsentligste respirationsmuskel; men ved meget dyp inspiration, f. eks. naar man jæsper eller sukker, strækker ikke diafragmas kontraktion til; da virker m. serratus posticus sup., den han beskriver som seks muskler, tre paa hver side, der strækker sig fra hvirvelsøilen til de øverste ribben. Disse musklers virkemaate[3]) demonstreres ved vægtstænger. Han uttaler videre, at scalenerne og m. serratus anterior er inspiratorer, og at de hindrer diafragma i at trække ribbensbruskene indover. Dette demonstreres[4]) likeledes ved tegninger. Han præciserer[5]) i tekst og tegninger at mm intercostales interni er expspiratorer, at de forløper nedenfra-bakenfra, opover-forover, at mm. interc. externi er inspiratorer med forløp i motsat retning, og at n., a. og v. intercostalis forløper mellem ribbenene. Brystkassen utvides paa grund av ribbenenes skraatgaaende forløp og av ribbensbruskenes bøining[6]), og de nederste ribben bevæger sig mere end de øverste; men ved uregelmæssig aandedræt[7]) fremhæver Leonardo bukmusklernes indgripen ved aktion paa tarmene, som igjen agerer paa diafragma.

Det skraatforløpende plan, hvori apertura superior

---

[1]) Q. I. fol. 4 v. [2]) De gamles *vena arterialis* = arteria pulmonalis. [3]) Q. I, fol. 2 v. [4]) Q. I, fol. 5 r., fol. 8 r. [5]) Q. IV, fol. 9 r. [6]) Q. II, fol. 6 v. [7]) Q. II, fol. 16 v.

thoracis staar, og ribbensbruskenes forbindelser med sternum[1]) er skitsemæssig avbildet, og de nederste ribbens brusker, som danner arcus costarum, den ene under den anden[2]) som en del av et taug, er alene gjort for at huden kan glide lettere over disse bruske, naar de bevæger sig. Ribbenene er tapformede[3]) (ɔ: capitulum costae) ved sine utspring fra columna for aandedrættets tjeneste. Leonardo har observeret, at skuldrene[4]) bevæger sig ved aandedrættet, men «hævning av skuldrene tvinger ikke altid lungen til at trække luft til sig». Brysthulen[5]) er de spirituelle deles receptaculum, bukhulen de materielle deles. Lungen[6]) tiltar og avtar kontinuerlig i alle retninger, men mest nedover.

Leonardo har observeret et *forkalket, ostet focus* i en lunge[7]) og funderer — saaledes som denne enestaaende iagttager altid gjør, naar han træffer paa noget ukjendt —, over aarsaken til denne proces, som her har fundet sted. Idet han betoner naturens helbredende kraft, kommer han til det resultat, at naturen forhindrer et brud av bronchierne i lungen ved fortykkelse av substansen, som blir kartilaginøs og danner en «skorpe som skallen om en nød»; i det indre av focus findes «støv og vandagtig saft»; fra tekstens passus XV, hvori han beskriver sit fund, har han trukket en linje til focus paa tegningen. Paa et andet manuskript[8]), som ogsaa omhandler lungerne, findes følgende passus: «Støv gjør skade.» Disse ord synes at tyde paa, at Leonardo har observeret, at lungesygdomme kan fremkaldes ved forskjellig slags støv ved forskjellig slags arbeide.

Leonardo pointerer, at t r a c h e a s bruskringe, der er elastiske som en fjær, er ufuldstændige[9]) baktil, og at øsofagus netop er anbragt her. «Men trachea[10]) trækker sig sammen i strubehodet («epiglotto») for at kondensere luften, som synes belivet fra lungen for at danne forskjellig

[1]) Q. II, fol. 6 v. [2]) Ibid. [3]) Q. IV, fol. 1 r. [4]) Q. IV, fol. 3 r. [5]) Ibid. [6]) Ibid. [7]) Q. II, fol. 1 r. [8]) Q. III, fol. 10 v. [9]) Q. I, fol. 9 r. [10]) Q. I, fol. 5 v.

slags stemme.» Man maa studere «tracheas» forhold til stemmedannelsen[1]), og man maa beskrive hvilke og hvormange de muskler er, som bevæger strupehodet ved stemmedannelsen: «Og saaledes[2]) skal du ikke opgi denne forskning over stemmen og trachea med dens muskler, før du har erhvervet fuldt kjendskab til alle disse larynx omgivende dele og til alle deres funktioner, gjort av naturen for variationer av denne stemme. Og om alt dette skal du gjøre en speciel optegnelse, tegnende og diskutterende samtlige dele.» Saa gjenoptar[3]) han disse sine undersøkelser og behandler forskjellige fonetiske problemer. Han beskjæftiger sig nu med dannelsen av lyd og fremhæver i tekst og tegninger, at ganen deler luftstrømmen, saa at den dels gaar gjennem næsen og dels gjennem munden; han beskriver læbernes stilling og den bløte ganes deltagelse ved dannelsen av vokaler og ordner disse, uttalt i forbindelse med forskjellige konsonanter, i tabellarisk form. Han sammenligner trachea med en orgelpipe, og mener, at stemmen kan varieres fra dyp til høi og omvendt ved forlængelse og forkortning, ved utvidelse og sammentrækning av trachea. — Skjønt Leonardo paa andre manuskripter[4]) har fremstillet larynx meget tydelig, er det usikkert, hvor nøie han kjendte dens funktion, thi han nævner ikke ordet larynx, men kalder den snart for trachea, for tracheas øverste del og for dens ringe, snart for epiglottis og snart for «fistula» d. e. stedet, hvor stemmen dannes[5]); han uttaler, at han ved dissektion av dyr vil anstille forsøk med at presse luft ind i og ut av lungen, «idet vi forsnevrer og dilaterer fistula, frembringersken av deres stemmer».

Under behandlingen av trachea og larynx kommer Leonardo ogsaa ind paa tungen[6]), som bestaar av 28

---

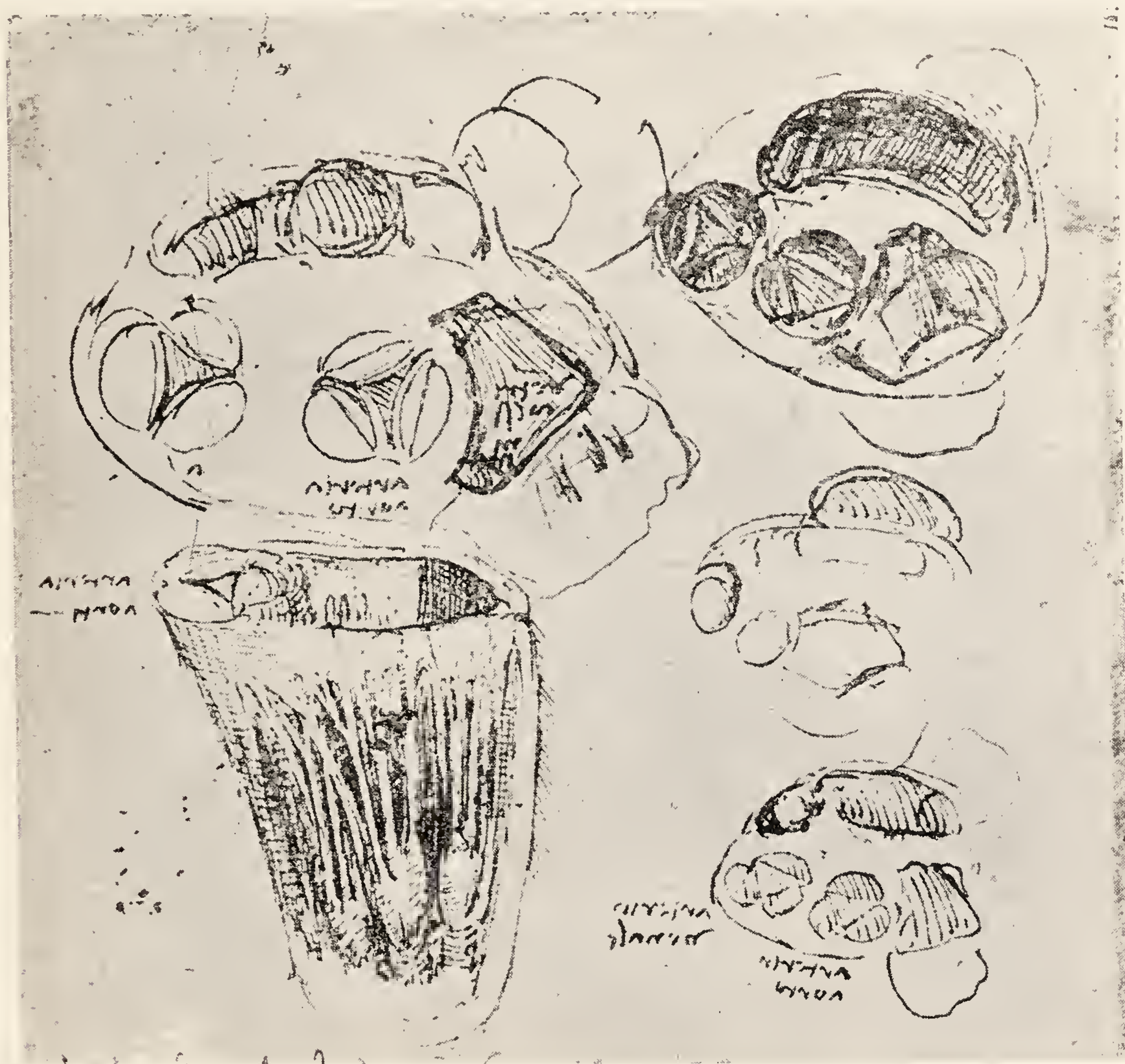
[1]) Q. I, fol. 5 v. [2]) Q. I, fol. 9 r. [3]) Q. IV, fol. 10 r. og v. [4]) Fogli A, fol. 3 r. [5]) Ove C. L. Vangensten: Leonardo da Vinci og fonetiken. Videnskabsselskabets Forhandlinger. Nr. 1. 1913. [6]) Q. IV, fol. 9 v. og 10 r.

eller av 24 muskler, men «noter, hvorledes de omdanner sig til seks i den sammensætning, de gjør i tungen, — — og videre skal avbildes, hvor saadanne muskler har sit utspring, d. v. s. fra halshvirvelsøilen ved berøringsstedet med øsofagus, og nogen indenfra fra kjæven og nogen utenfra og fra siden av ved trachea». Tungen deltar i uttalelsen og i artikulationen av stavelser, sætter den tyggede føde i bevægelse og renser munden og tænderne for føden: «Og dens hovedfunktioner er 7, d. e. at strække sig ut, trække sig sammen, trække sig tilbake, fortykke sig, forkorte sig, utvide sig og avsmalne sig». Paa grund av denne store bevægelighed sammenligner Leonardo den oftere med membrum: «men her kunde man maaske argumentere med definitionen av membrum, som i sig optar saa meget av naturlig hete, at den foruten sin fortykkelse forlænger sig meget». Tungens overflate er meget ru hos species leonina og bovina, og som eksempel herpaa nævner Leonardo følgende: «Og jeg saa engang, hvorledes et lam blev slikket av en løve i vor stad Firenze, hvor der altid er fem og tyve eller tredive av dem, og hvor de kaster unger; denne løve borttog med nogle faa strøk av tungen hele skindet, som beklædte dette lam, og spiste det, saaledes blottet, op.»

Her gjør Leonardo atter et sprang i sin tankegang: Idet han paa fol. 9 v. og 10 r. har behandlet tungens ru overflate hos species leonina, som findes i «vor stad Firenze», beskjæftiger hans tanker sig et øieblik med denne by, thi paa fol. 10 v. findes nemlig en ganske løst henkastet skitse av Firenze i form av to indenfor hverandre liggende cirkler, forbundne med streker, som gaar til cirkelens centrum; ved disse streker staar 11 navne, navne paa 11 byporte i Firenze.

Det, som Leonardo fortrinsvis beskjæftiger sig med i ikke mindre end tre *Quaderni* — I, II og IV — og desuten ogsaa paa andre manuskripter er hjertet og blodets gang i dette og i de store kar.

En del tegninger og meget tekst i *Quaderno I* tyder paa, at disse manuskripter maa være forfattet paa et tidligt stadium av Leonardo's forfatterskab, mens tegninger og tekst i *Quaderno II* og *IV* viser, at her dissekerer Leonardo, og her er han kommet et langt stykke paa vei med hensyn til forstaaelsen av blodets gang.



Fra folio 14 recto. *Quaderno IV.*

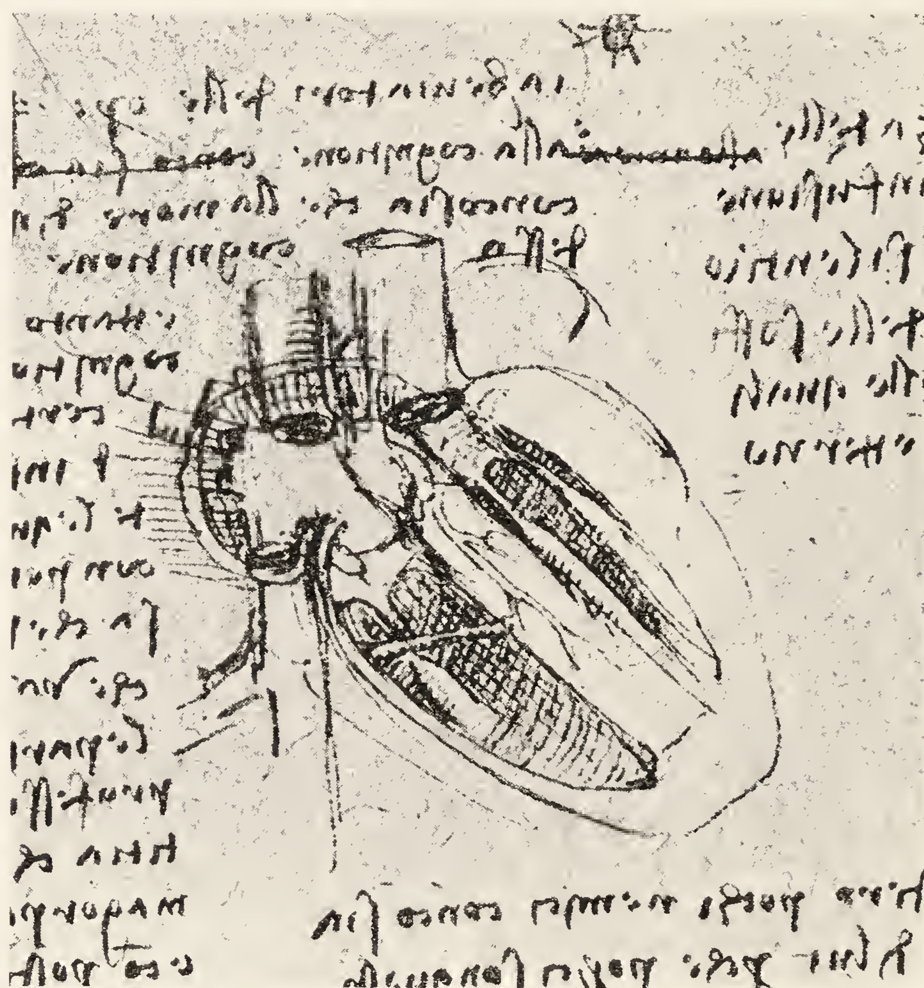
Det fremgaar av tegningerne, at fremstillingen av hjertet væsentlig er baseret paa undersøkelser av dyrehjertet, fornemmelig kvægets, men undertiden ogsaa av menneskets hjerte [1]).

Paa flere steder taler Leonardo om arterier og vener,

[1]) f. eks. fig. 1 fol. 14 r. Q. II.

ofte betegner han med ordet vene baade arterier og vener, altsaa blodkar idetheletaget, i enkelte manuskripter maa han med vene mene arterie, undertiden kan man være i tvil om vene skal tydes som vene eller som arterie.

Han avtegner hjertets ydre flater, ved longitudinelle og transverselle snit viser han dets hulrum, deres form og relief med trabekler og mm. pectinati med fordypninger



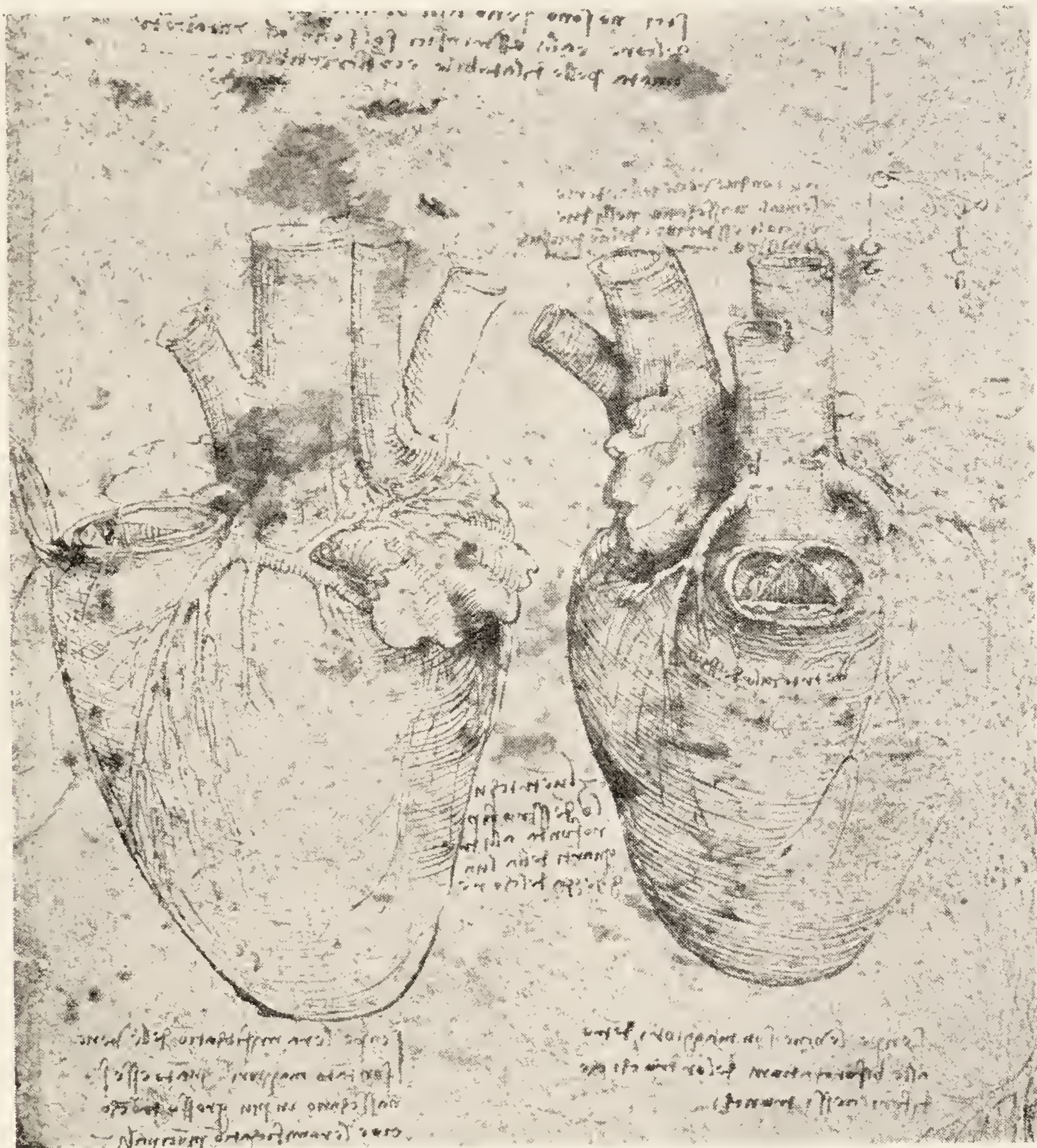
Fra folio 14 recto. *Quaderno II.*

imellem, endvidere skillevæggen, papillarmusklerne, cordae tendineae, klapperne, muskelbjælkerne og i et tversnit av basis[1]) viser han de venøse og de arterielle ostiers og deres klappers gjensidige leie.

Leonardo tegner hjertets form som en conus med basis opad-tilhøire og apex nedad-tilvenstre. Utenpaa hjer-

[1]) Q. IV, fol. 14 r.

tet sees *vasa coronaria,* saavel arterier som vener, de «ligger[1]) sammen, arterierne dypere end venerne, men nogle av arteriernes forgreninger ligger over venernes», og[2]) «med hensyn til den 3dje vene har jeg endnu ikke seet, om den har en arterie med sig, hvorfor jeg vil gaa



Fra folio 3 verso. *Quaderno II.*

til dissektion (egentlig: fjerne kjødet fra — scarnare) for at forvisse mig». Coronarkarrene er omgit av fedt[3]) og dækket av pericardiet, som beklæder halvdelen av karrenes tykkelse, den anden halvdel er beklædt av kjødet. Arterierne ernærer[4]) hjertets substans og utspringer[5]) fra aorta,

[1]) Q. II, fol. 1 r. [2]) Q. IV, fol. 13 v. [3]) Q. II, fol. 1 r. [4]) Q. II, fol. 4 r. [5]) Q. II, fol. 3 v.

de er «opstaaet i begge de ydre aapninger av den venstre ventrikel»; hermed menes maaske Leonardo's «hemizykler», de senere saakaldte sinus Valsalvae. Coronarvenerne kaldes «venae[1]) nerae», rimeligvis fordi de ser mørke ut paa grund av det venøse blod. Leonardo beskriver og tegner, hvorledes hjertets ydre flate tydelig blir inddelt[2]) ved coronarkarrene, og at disse anastomoserer[3]) med hverandre ved apex.

Leonardo uttaler ofte, at hjertet har fire ventrikler, to større høire og to mindre venstre. De to nederste ligger i hjertets substans, de to øverste utenfor denne. Han polemiserer[4]) mot dem, som sier, at der i hjertet kun findes to rum, og hævder, at hvis man mener, at de to høire og de to venstre ventrikler hver kun danner *et* rum, da er kammeret og værelset kun et og det samme, naar de er adskilt ved en liten dør.

De øvre eller ydre ventrikler skulde saaledes svare til forkamrene, og man bruker ogsaa gjerne denne betegnelse for de øvre ventrikler[5]). Men som følge av, at Leonardo's hjertemateriale væsentlig skriver sig fra dyr, blir hans øvre eller ydre ventrikler ogsaa undertiden at opfatte ikke som atrier, men som aurikler; han uttaler dette selv paa enkelte steder[6]): «Hjertet har 4 ventrikler d. v. s. to øvre, hjerteørene («orechi») kaldt, og under dem to nedre, høire og venstre ventrikel kaldt.» Han sier, at disse hjertets ører blev gjort i form av dilatable punge, alene for at kunne modta percussionen av den bevægelse, som blodet gjør, naar det med voldsomhed drives ut av ventriklerne, naar disse trækker sig sammen, og han drager her en sammenligning med de uld- og bomuldsballer[7]), som blir

[1]) Q. II, fol. 4 r. [2]) Q. IV, fol. 13 v. [3]) Q. IV, fol. 14 v. [4]) Q. I, fol. 3 r. [5]) Holl gjør opmerksom paa, at Leonardo er den første, som har indført betegnelsen ventrikel for hjertets hulrum; før Leonardo benyttede man forskjellige andre udtryk som sinus, vacuitas, concavitas cordis etc. [6]) Q. II, fol. 17 v. og fol. 3 v. [7]) Q. II, fol. 3 r. Her er netop et eksempel paa et av de mange billeder, som Leonardo's anatomi er saa rik paa.

anbragt paa skibsrælingen for at opfange kulerne fra fiendens bombarder. Et sted[1]) benævner Leonardo hjerteøret med ordet *auricula*, og han er saaledes den første, som har benyttet denne betegnelse.

Det er vel rimeligt at anta, at Leonardo, der, som nævnt, har undersøkt saavel dyre- som menneskehjerter, med sine «øvre ventrikler» eller «ørene» ofte eller undertiden har ment atrierne. Dette fremgaar ogsaa tydelig av et sted[2]), hvor han har observeret og tegnet et aapentstaaende *foramen ovale*: «Jeg har fundet fra a, venstre ventrikel, til b, høire ventrikel, et hul, perforeret fra a til b, hvad jeg her noterer, for at se, om det likeledes findes i andre ører i andre hjerter.»

Hjertets muskulatur[3]) bestaar av langsgaaende og tværsgaaende fibre. I alle fire ventrikler er den indre muskulatur[4]), som er skikket til at trække sig sammen, av en og samme natur. Den ydre muskulatur er derimot alene for de nedre ventrikler, men de øvre har en kontinuerlig hud, dilatabel og kontraktabel; saa uttaler han imidlertid paa et andet sted[5]), at de øvre ventrikler ikke kunde tømme sig, hvis de ikke kunde foldes sammen, og hvis de ikke hadde longitudinelle, oblique og transverselle muskler, som kunde trække sig sammen.

Leonardo tegner og uttaler, at væggen i venstre ventrikel[6]) er meget tykkere end i høire, og at hjertespidsen[7]) væsentlig dannes av venstre.

For at faa rede paa formen og reliefet av hjertets hulrum, skal man blæse[8]) dem op, før man aapner dem; man finder da «celler» (ↄ: gruber) eller «cavernositeter» (ↄ: fordypninger), adskilt ved runde vægge uten hjørner

---

1) Q. IV, fol. 13 v. 2) Q. II, fol. 11 r. 3) Q. II, fol. 11 r. 4) Q. II, fol. 3 v. 5) Q. I, fol. 4 r. 6) Q. II, fol. 11 r. 7) Q. II, fol. 4 r. 8) Q. IV, fol. 13 r. og v.

(ɔ: trabeklerne og mm. pectinati): «Hvis du vil opblæse auriklet[1]), vil du finde formen av dets celler.»

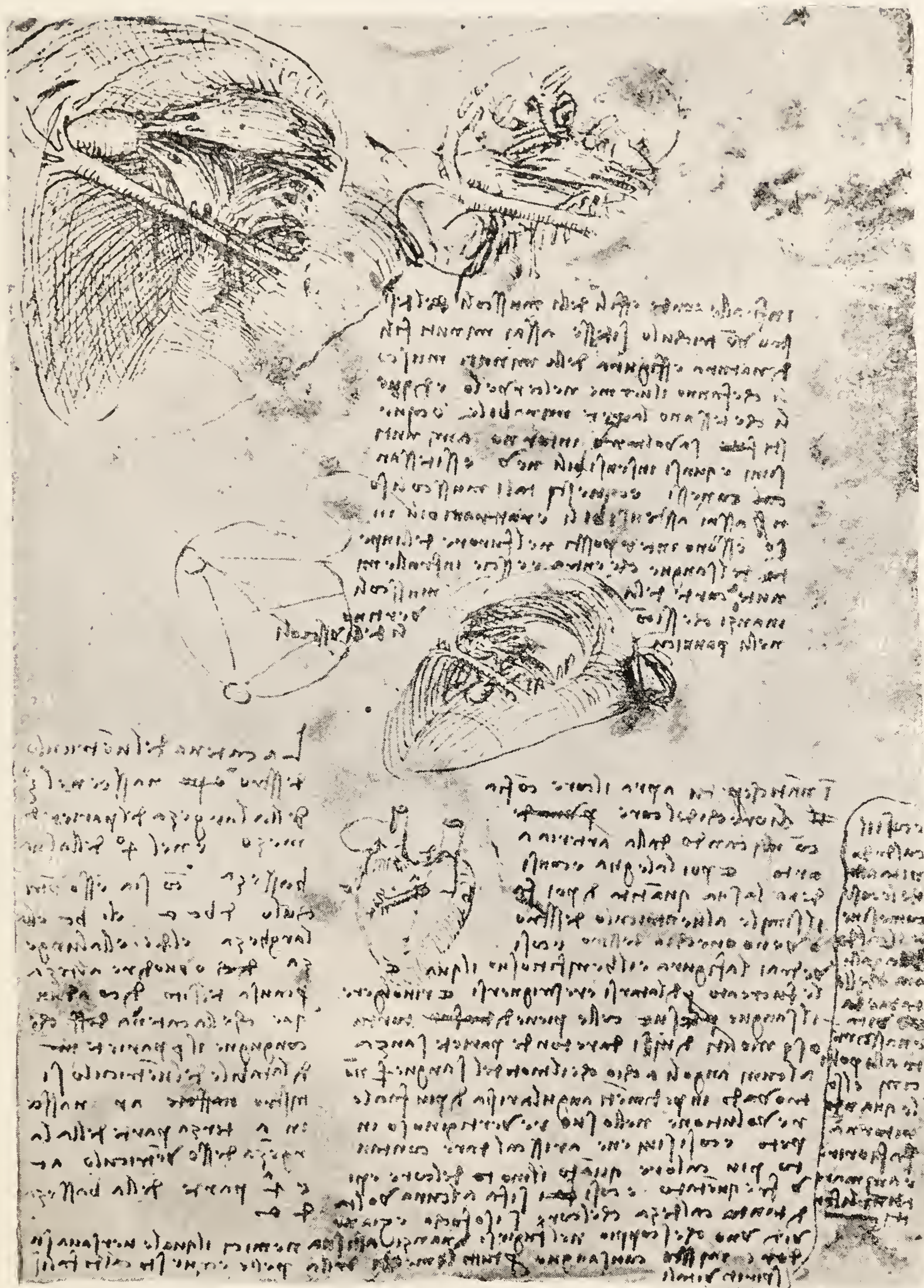
De to hjertehalvdele er adskilt ved et septum, hvori der er porer, «meati», til passage for blod fra høire til venstre ventrikel. Leonardo tegner septum som regel ganske solid, undertiden med antydning[2]) til «meati», men han har ikke selv kunnet finde dem, thi han sier senere[3]), at de er usynlige.

Musculi papillares, som Leonardo kalder «hjertets muskler», gaar «nær ved klapperne» over i cordae (ɔ: c. tendineae); klapperne er armeret med disse cordae, som holder fast, saa at klapperne ikke kan slaa om. En saadan muskel kan dele sig i to dele, og hver av disse har sine cordae; han har observeret, at cordae fæster sig paa forskjellige steder[4]) av klappernes flige. Tydelige papillarmuskler[5]) med cordae, som fæster sig paa valvula tricuspidalis og bicuspidalis, er fremstillet meget smukt.

Paa de fleste tegninger av ventriklerne tegner Leonardo de *intraventrikulære muskelbjælker*[6]), som utspringer paa septum og fæster sig ved basis av en papillarmuskel eller i en trabekel. Bjælken[7]) kaldes «catena» (ɔ: baand eller bjælke) og tjener til[8]), at hjertet ikke skal dilatere sig mere end paakrævet, naar det igjen aapner sig, fordi, hvis det dilaterte sig for meget, maatte hjertet trække altfor meget blod tilbake fra de kar, hvori det først drev det ut[9])

Vena cava superior og *inferior* sees i *Quaderno II*, fol. 14 r. tydelig, hver for sig, at munde ind i høire for-

[1]) Q. IV, fol. 13 v. [2]) f. eks. fol. 3 r. Q. I. [3]) Q. IV, fol. 11 v. [4]) Q. II, fol. 3 r. [5]) Q. IV, fol. 13 r. og v., fol. 14 r. [6]) Q. I, fol. 12 r.; Q. IV, fol. 13 r. [7]) Q. IV, fol. 13 r. [8]) Q. II, fol. 4 v. [9]) Holl har gjort opmerksom paa, at Leonardo er den første, som har observeret og tegnet disse gjennem ventriklernes hulrum hos dyr og mennesker gaaende bjælker, og foreslaar derfor, at de til ære for sin opdager bør kaldes «Leonardo da Vinci's muskelbjælker». Tawara, 1908, har først gjort opmerksom paa, at disse bjælker danner broer, gjennem hvilke benene av His's atrio-ventrikularbundt naar fra septum til papillarmusklerne.



Folio 13 recto. *Quaderno IV.*

kammer; forøvrig synes Leonardo's tegninger av venae cavae i deres forhold til hjertet at skrive sig fra dyr.

Leonardo benævner *arteria pulmonalis* og *venae pulmonales* med de gamle udtryk vena arterialis og arteria venalis.

Aorta[1]) (vena aorto eller arteria aorto) utspringer fra venstre hjertekammer: «Den høire[2]) ventrikel har to aapninger, den ene i vena aorto», og «naar hjertet dilaterer sig i venstre ventrikel[3]), forsnevrer denne sig i sin basis for at lukke døraapningen for arteria aorto.» «Den anden aapning[4]) er arteria venalis (ɔ: vena pulmonalis) og gaar fra hjertet til lungen.» — Her er Leonardo utydelig, idet han ikke nævner venstre forkammer.

Leonardo kalder et sted *arteria pulmonalis* «lungens port»; under overskriften «Om navnene paa hjertets kar» uttaler han[5]) nemlig: «Lungens port, og den blir kaldt vena arterialis (ɔ: art. pulmonalis); og den blir kaldt vena, fordi den fører blodet» — saa har Leonardo her selv overstrøket ordene «til lungen»; men at han allikevel maa ha ment, at art. pulmonalis fører blod *til* lungen, synes at fremgaa av fortsættelsen av passus: «og den har 3 klapper, som aapner sig indenfra utover (ɔ: valvulae seminulares), med fuldstændig lukning, og disse er i høire ventrikel.»

Den dominerende stilling, Leonardo tilkjender aorta, fremgaar av følgende passus[6]): «Og i midten av hjertets basis er utspringet eller basis for aorta, funderet paa midten av hjertets basis, indehavende herredømmet over situs av denne hjertets basis, likesom denne indehar herredømmet over dyrets liv.»

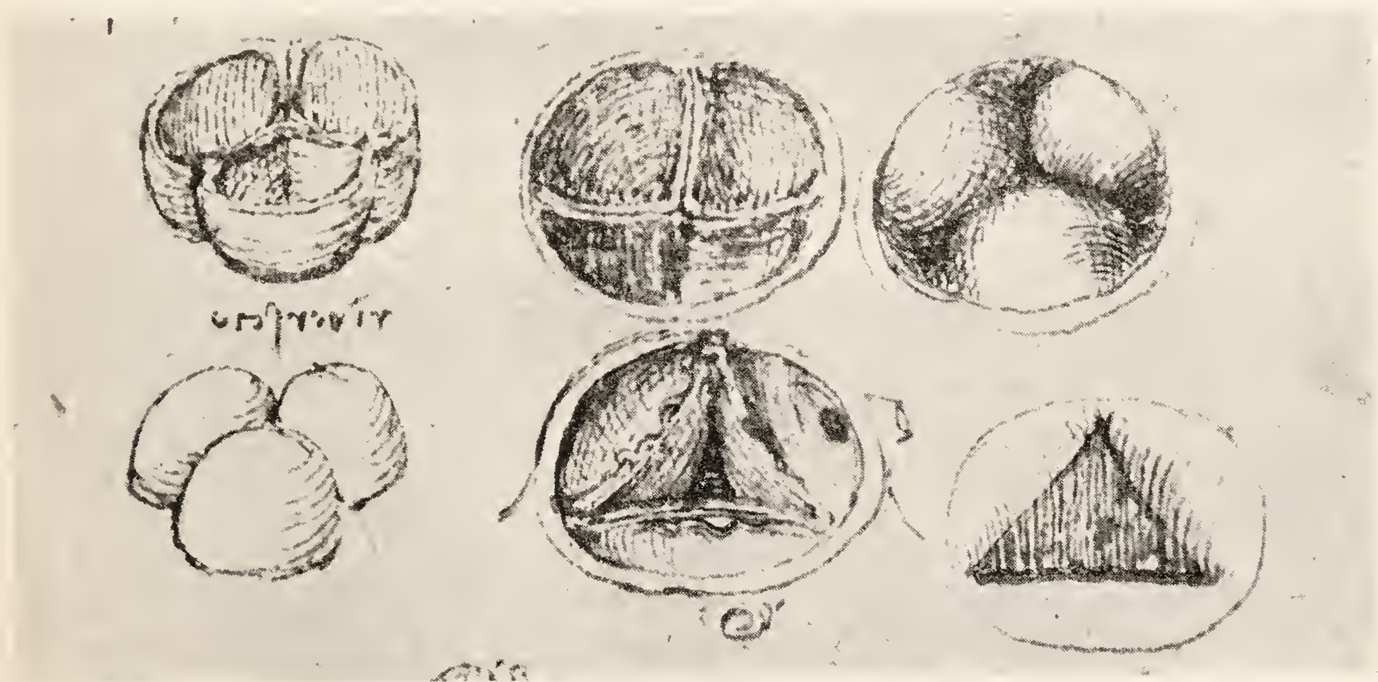
Hjertets *klapper* behandler Leonardo meget ofte. *Atrio-ventrikularklapperne* dannes ifølge Leonardo av endocardiet øverst og paa undersiden av cordae tendineae; disse

---

[1]) Q. II, fol. 2 v. [2]) Holl gjør opmerksom paa, at her maa Leonardo ha skrevet høire for venstre. Holl har ret. [3]) Q. II, fol. 13 v. [4]) Q. II, fol. 2 v. [5]) Ibid. [6]) Q. IV, fol. 14 v.

kan gaa fra en m. papillaris[1]) over paa to av klappens flige.

Valvulae semilunares er fremstillet aapne[2]) og lukkede[3]). Leonardo beskriver, hvorledes indsiden av arterien[4]) (ɔ: aorta eller art. pulmonalis) er beklædt med en tynd pannikel (ɔ: intima), som gaar over paa og danner den ene side av hjerteklapperne, og at den anden side av klappen er dannet av en lignende pannikel. En saadan pannikel findes ogsaa i hjerteventriklerne (ɔ: endocardiet) og i hjerteposen.



Fra folio 9 verso. *Quaderno II.*

De lukkede seminularklappers form, seet ovenfra og nedenfra, er saa smukt fremstillet, at de maa være tegnet, efterat de store kar først har været fyldt med en stivnende masse. Leonardo uttaler ogsaa[5]) «men gyd først voks i portene av et oksehjerte, for at du kan se den sande form av disse porte».

Klapperne og de arterielle kar er indbygget[6]) i grænsen av hjertesubstansen, for at ikke blodet, naar det støter

[1]) Q. II, fol. 3 r. [2]) Q. II, fol. 3 v., 4 r. [3]) Q. II, fol. 9 v. [4]) Q. IV, fol. 14 v. [5]) Q. II, fol. 12 r. [6]) Q. IV, fol. 14 v.

mot de lukkede klapper, skal ødelægge disse, men avlaste sin impetus paa karvæggene, idet det dilaterer dem. Og idet han behandler semilunarklappernes lukning ved blodets bevægelser over dem, finder han i sine mathematisk-fysikalske betragtninger [1]), at et arrangement med tre aorta-klapper er gunstigere end et med fire, thi hvis klappernes antal [2]) var flere end tre, vilde klappernes vinkler eller trekanter bli svagere end de tre-klappers vinkler.

Det er vanskeligt at finde rede i, hvorledes Leonardo har tænkt sig hjertets arbeide, klappespillet og blodets gang; han er ingenlunde klar i sine uttalelser herom, og disse uttalelser findes spredt paa mange manuskripter. Han sier ofte, at naar forkamrene (ɔ: de øvre ventrikler) trækker sig sammen, utvider hjertekamrene (ɔ: de nedre ventrikler) sig og omvendt, f. eks. [3]): «Om de to nederste ventrikler, opstaaet i hjertets rot; deres dilatation og kontraktion blir gjort i en og samme tid ved blodets flod, og blodets ebbe blir gjort i en og samme tid, følgende efter den første, ved ebbe i de øvre ventrikler, opstaaet over dette hjertets rot.» Blodets gang ved forkamrenes og hjertekamrenes alternerende kontraktion og dilatation sammenlignes saaledes her med flod og ebbe. Ved forkamrenes kontraktion drives blodet gjennem atrio-ventrikularaapningen ind i hjertekamrene, idet disse utvider sig, hvorved semilunarklapperne lukkes. Naar hjertekamrene kontraherer sig, gaar noget blod tilbake til forkamrene [4]), indtil atrio-ventrikularklapperne har lukket sig fuldstændig; ved sin extension vokser nemlig klapperne [5]) og lægger sig til hverandre og bevirker tilslut en fuldkommen lukning baade i høire og i venstre atrio-ventrikularaapning. Ved *høire* kammers systole gaar en anden del av blodet gjennem arteria pulmonalis [6]) («det øvre kar») til lungerne, en tredje del gaar gjennem skillevæggen [7]) ind i venstre

---

[1]) Q. IV, fol. 12 r. [2]) Q. IV, fol. 12 v. [3]) Q. II, fol. 4 v. [4]) Q. II, fol. 3 v. [5]) Q. II, fol. 3 r., fol. 8 v., fol. 11 r., fol. 12 r. [6]) Q. II fol. 17 v. [7]) Ibid.

ventrikel. Der drives saaledes mindre blod tilbake fra høire hjertekammer til høire forkammer end der gaar fra forkammeret til hjertekammeret, og høire forkammer faar sin blodmængde erstattet fra vena cava inferior (egentlig: gjennem leveren, skatmesteren, blodets generator). «Blodet», som kommer til lungen, «gir, uten hindring[1]), den tilbørlige næring til venerne i lungen, hvor blodet, efterat det er blit forfrisket i lungen, for en stor del vender tilbake, for at forfriske det blod, som det lot tilbake i ventriklen, hvor det delte sig.» Hvad Leonardo mener med dette er uklart, idet han ikke nævner, gjennem hvilke kar blodet vender tilbake til hjertet. I lungerne[2]) optar arterierne, som forbinder sig med bronchiernes fineste forgreninger, luftens friskhed, som træder ind i lungerne. Han sier et andet sted[3]) «om lungernes vener ikke sender blodet tilbake til hjertet, naar lungen trækker sig sammen ved luftens utdrivelse», og mellemgulvets kontraktion tvinger lungerne[4]) til at utvide sig, hvilket sker i den hensigt, at de kan trække luften til sig, med hvilken venerne (ɔ: vena arterialis = art. pulmonalis), som hjertet sender ind i dem, kan forfriske sig. I hjertets hulrum opvarmes blodet, og en del av dette gaar over i luft (ɔ: spiritus vitales), og denne luft, som er blandet med tæt fugtighed, fordamper gjennem de yderste ender av kapillarvenerne («vene chapillari») fra hudens overflate i form av sved[5]).

Naar *venstre* hjertekammer kontraherer sig gaar blod gjennem aorta[6]) («det øvre kar»), og den blodbølge[7]), som derved opstaar, gaar forover gjennem alle arterier; og ved støtet av blodets bevægelse i hjertet, som lukker klapperne, opstaar en tone[8]), som løper gjennem hver enkelt arterie og som øret ofte hører i tindingen.

I ord og tegninger drøfter[9]) Leonardo indgaaende blodets bevægelse fra venstre ventrikel gjennem aortas

[1]) Q. II, fol. 4 v. [2]) Q. II, fol. 11 r. [3]) Q. I, fol. 5 r. [4]) Q. I, fol. 4 v. [5]) Q. II, fol. 11 r. [6]) Q. II, fol. 17 v. [7]) Q. II, fol. 13 v. [8]) Q. II, fol. 3 r. [9]) Q. IV, fol. 11 r. og v., fol. 12 r.

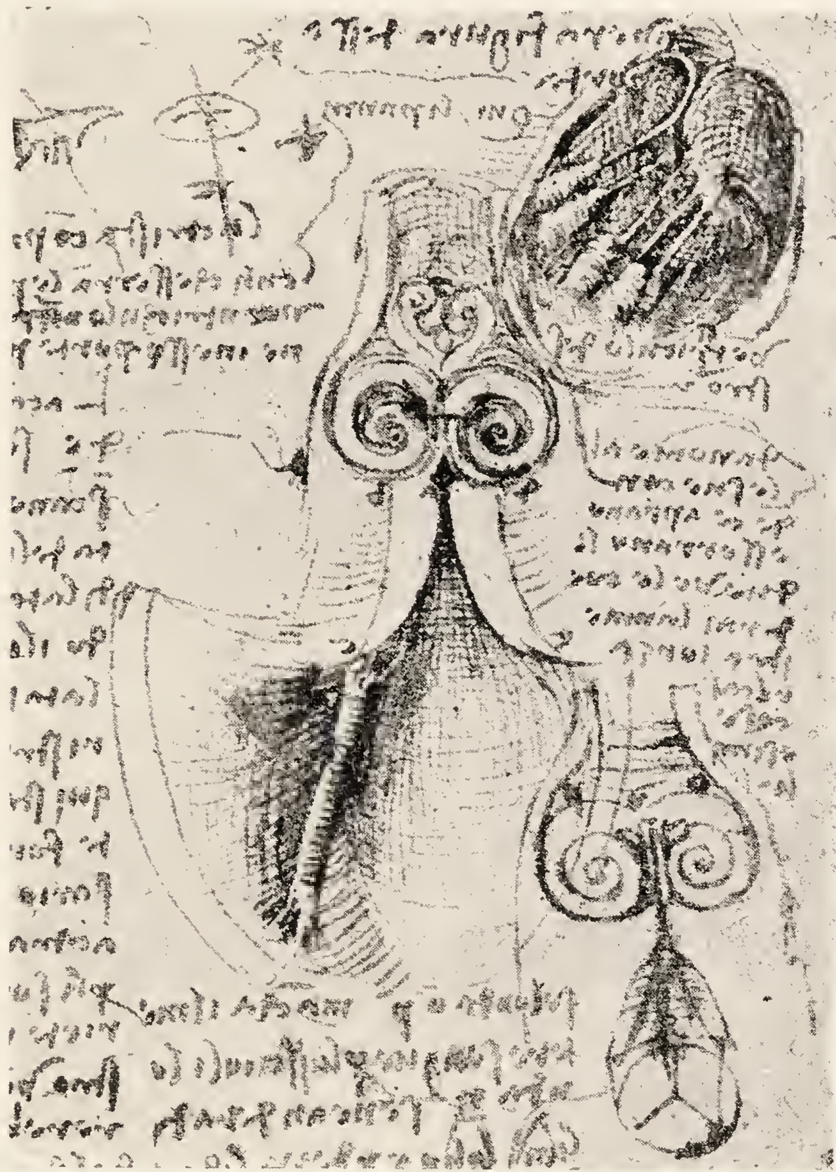
aapning og over denne. Semilunarklapperne aapner sig ved blodets indfaldsbevægelse og lukker sig ved dets tilbakegaaende bevægelse. Han funderer over spørsmaalet, om hvorvidt hjertets arterielle ostier kun aapner sig med den centrale del av semilunarklapperne, og om hvorvidt hjertets aapninger vilde ha lukket sig intra vitam, hvis de ikke hadde været forsynet med klapper; han kommer til det resultat, at hjertets lukning foregaar meget bedre og raskere ved hjælp av klapper, end om lukningen skulde foregaa ved hjælp av hjertesubstansen.

Naar den venstre ventrikel kontraherer sig, gaar, som nævnt, blodet ind i aorta; blodets hurtighed her blir omvendt proportionalt med karrets kaliber. Idet blodbølgen løper gjennem aortas aapning, naar bølgens midterste del, som gaar ret opover, en større høide end bølgens sidedele, hvis impetus, paa grund av adhæsionen, fordeler sig paa bevægelsen til siderne. At blodet her forholder sig som andre vædsker viser Leonardo, idet han i ord og tegning[1]) demonstrerer, hvorledes vand forholder sig, naar det løper ut av et horisontalt og et vertikalt stillet rør.

Under sine deliberationer over blodbevægelsen i ostium aortae og ovenfor dets semilunarklapper har Leonardo utført nogle experimenter i modeller; før er nævnt hans voksavstøpning[2]) av hjertet; saa sier han paa samme sted: «En form av gibs til at opblæse, og deri et tyndt glas, og sønderbryt det derefter fra hode til fot i a n», og: «Formen[3]) av glasset, for at se i glasset, hvad blodet gjør i hjertet, naar det lukker hjertets aapninger.» For at skaffe sig klarhed over blodets gang i hjertet har Leonardo saaledes først lavet sig en voksavstøpning av hjerteventriklerne og deres kar, derover har han lavet en gibsform og derav igjen en glasform. I denne har han studeret de hvirvler, blodet danner, naar det ved systole drives ut i aorta og arteria pulmonalis, saaledes som han fremstiller dem paa fol. 12 r. og fol. 13 v. *Quaderno II;* ved disse

[1]) Q. IV, fol. 11 r. [2]) Q. II, fol. 12 r. [3]) Q. II, fol. 6 v.

blodhvirvler lukkes semilunarklapperne, og karvæggen bukes ut i «semiventriklerne» eller «hemizyklerne» (ɔ: sinus Valsalvae); hvorvidt dette i virkeligheden forholder sig saa, finder Leonardo tvilsomt og vanskeligt at avgjøre, thi: «Det er tvilsomt[1]), om percussionen, fremkaldt ved den



Fra folio 12 recto. *Quaderno II.*

heftige bevægelse i fronten av den øvre bue av hemizyklen deler sig i to dele, av hvilke den ene vender sig opover og den anden vender sig bakover; og denne tvil er subtil og vanskelig at prøve og at opklare.» Saa gjør han nok et forsøk[2]): «Gjør dette forsøk i glas og bevæg deri . . .

---

[1]) Q. II, fol. 13 v. [2]) Q. IV, fol. 11 v.

panniklerne» (ɔ: klapperne), og nu er hans tvil svundet, nu har han utexperimenteret sine forsøk og er kommet til følgende resultater:

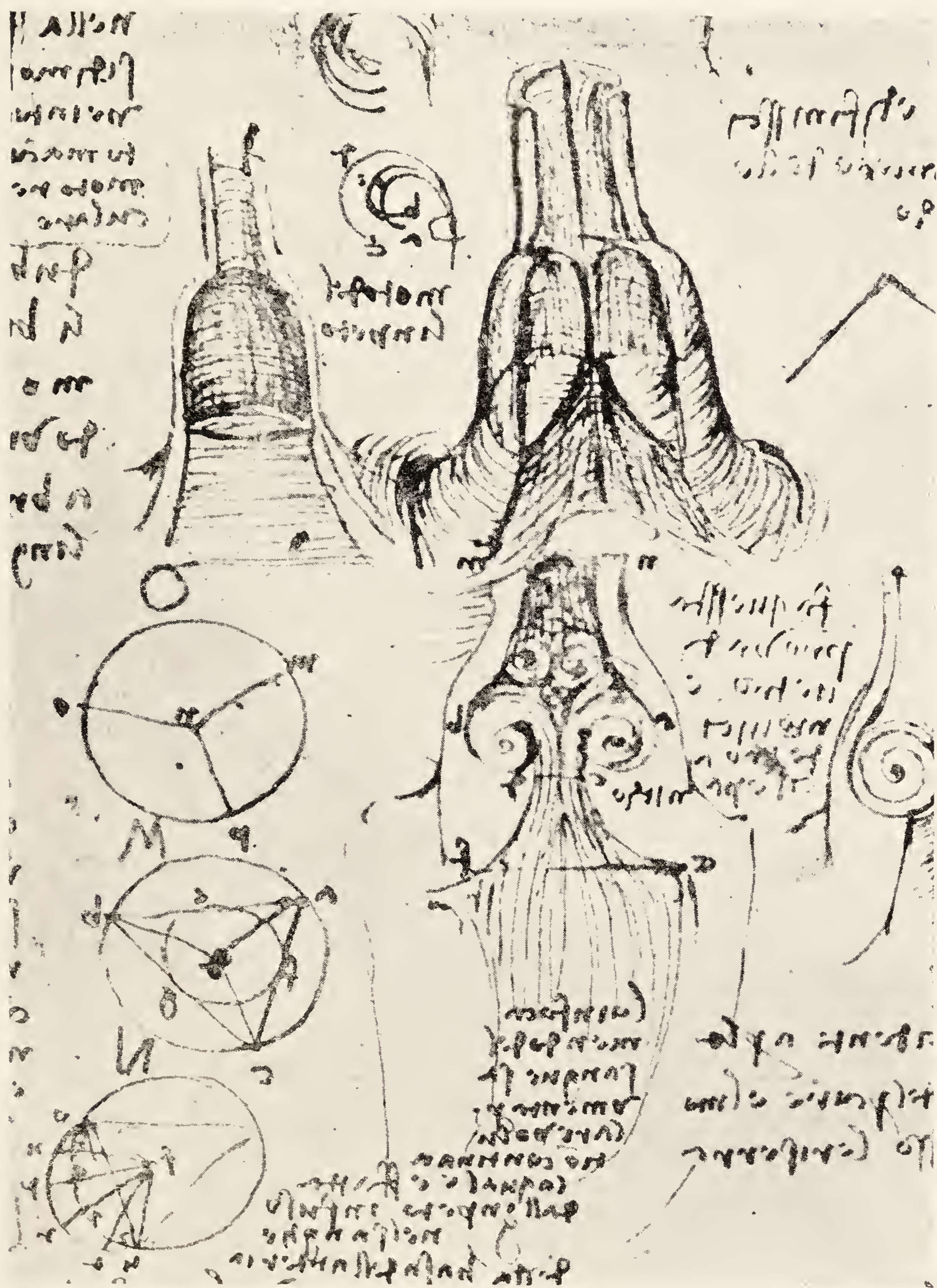
Naar blodet er kommet ind i hemizyklerne[1]), støter det mot aortavæggen og deler sig ved hemizyklens øverste kant i en *nedadgaaende* og en *opadgaaende* del. Den *nedadgaaende* del beskriver en spiralformet kurve, følger hemizyklens konkavitet og perkutterer dens basis, følger saa semilunarklappens overside, spænder klappen og lukker den mot de andre klapper; derpaa vender denne nedadgaaende del av blodet sig opover i en tilbakegaaende bevægelse og ender i en i sig selv tilbakevendende hvirvelbevægelse. Den fra hemizyklens overkant *opadgaaende* del av blodstrømmen danner likeledes en hvirvelbevægelse, men i modsat retning; denne hvirvel danner igjen andre hvirvler, som lidt efter lidt avtar, «indtil impetus fortærer sig selv».

Naar blodet ved venstre kammers systole drives op gjennem aortas aapning, støter det mot det blod, som her staar over semilunarklapperne, og «dette støt ryster samtlige arterier og pulser[2]), som utbreder sig i mennesket». Hjertets systole[3]) falder sammen med hjertespidsens støt mot brystkassen, med pulsslaget og med blodets indtræden i forkamret.

Man skal undersøke[4]) n. recurrens's forhold til hjertet for at se, om denne nerve gir hjertet bevægelse, eller om hjertet bevæger sig av sig selv. Det bevæger sig av sig selv ved sin dilatation og kontraktion, og denne bevægelse foregaar i hjertets længdeakse.

I ventriklernes før nævnte gruber imellem trabekler og mm. pectinati drives blodet omkring i en hvirvlende bevægelse — Q. IV, fol. 13 r, passus III; og da det ikke

[1]) Det synes, specielt efter fol. 11 r., passus [II] og fol. 11 v., passus [II], at Leonardo hermed betegner de senere saakaldte sinus Valsalvae.
[2]) Q. IV, fol. 11 v. [3]) Q. IV, fol, 11 r. [4]) Q. IV, fol. 7 r.



Fra folio II verso. *Quaderno IV.*
(Øverst sees tegningerne av glasformerne.)

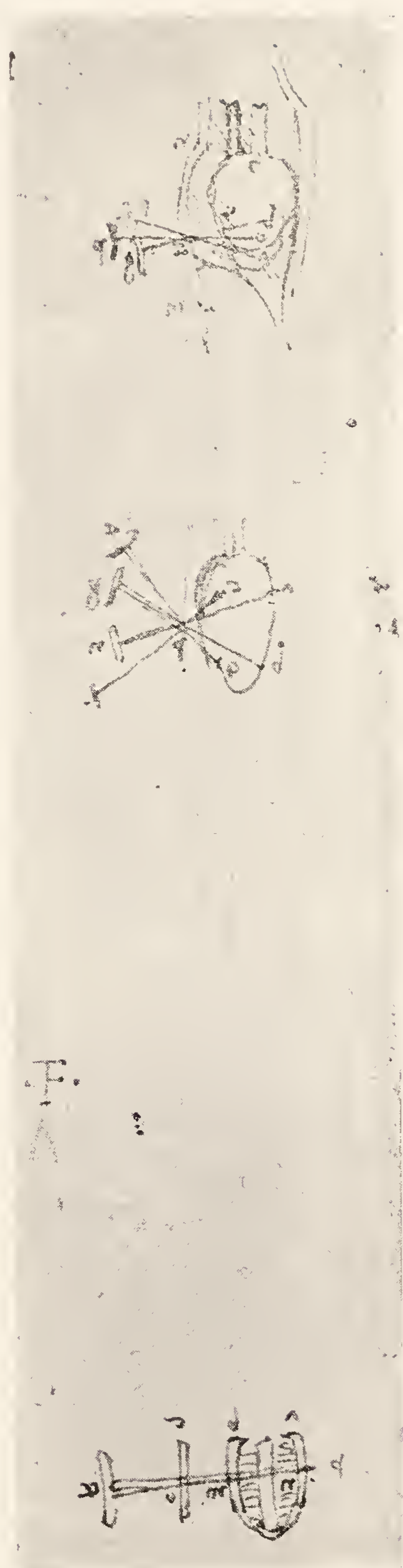
møter nogen kanter eller hjørner, faar denne bevægelse «sin svimlende impetus»; herved utvikles varme, og denne kan bli saa stor, at hjertet kan kvæles; Leonardo anfører, at han saaledes har set en, hvis hjerte brast under flugt for fienden, og blodig sved traadte ut av alle hudens porer. Fra dette specielle eksempel paa varmens betydning og virkning gaar Leonardo's tanke over til dens generelle, vitale betydning, idet han fortsætter med passus IV: «Og saaledes gir varmen liv til alle ting, saaledes som man ser, at hønens og kalkunhønens varme gir liv og fødsel til kyllingen, og solen, naar den vender tilbake, bringer alle frugter til blomstring og beliver dem»[1]).

For at kunne studere hjertets bevægelser paa *levende individ* har Leonardo gaaet frem paa følgende maate[2]): Han beretter, at naar man slagtede svin i Toscana, foregik det paa den maate, at man vendte dyret paa ryggen, bandt det ordentlig fast og stak et instrument, «spillo», hvormed man trak vin ut av vinfatet, ind i svinets hjerte. Han observerer nu, at hvis instrumentet rammer hjertet i diastole, gaar under det døende hjertes arbeide spidsen av instrumentet opover og haandtaket nedover naar hjertet forkorter sig, og omvendt naar det forlænger sig; tilslut, naar hjertets arbeide er ophørt, indtar instrumentets haandtak en stilling midt imellem utslagenes ydergrænser. Under experimentet har Leonardo maalt haandtakets forskjellige bevægelser. «Og dette har jeg flere gange seet og foretat saadanne maalinger og ladt et saadant instrument bli staaende i hjertet, indtil dyret blev skaaret op.»

[1]) Det er meget interessant, at man her paa manuskriptet tydelig kan følge Leonardo i hans tankegang: Passus III naar næsten helt til manuskriptets kant, der er kun en liten smal marg igjen. Oprindelig har han saaledes ikke tænkt at skrive andet end det, passus III indeholder. Men saa gaar pludselig hans tanke over fra det specielle til det generelle, og han nedskriver det straks paa den smale marg ved siden av passus III; med en strek fra første linje av passus IV fører han denne ned til sidste linje av passus III. Kfr. tegningen paa pag. 45. [2]) Q. I, fol. 6 r.

Leonardo demonstrerer disse sine undersøkelser ved hjælp av tegninger og gjør opmerksom paa, at instrumentet ikke altid gjør like store utslag og fremhæver aarsakerne hertil. —

Hjertet og blodets gang har saaledes været det avsnit av de manuskripter, som er samlet i de tre nævnte *Quaderni*, der øiensynlig har skaffet Leonardo det største hovedbrud; det er dette emne, hvortil han atter og atter vender tilbake, og det hvorpaa han anvender meget av sin kostbare tid, sin dissektionskunst, sin skarpsindighed og sin mathematisk-fysikalske viden. Han søker at belyse dette thema ved spørsmaal og motspørsmaal, han søker at prøve sin opfatning saavel positivt som negativt, han polemiserer mot autores og tænkte motstandere, og uavladelig søker han under et intenst forskningsarbeide i tegninger, experimenter og deliberationer efter den endelige sandhed i dette vanskelige problem. Hvor intenst han har arbeidet med hjertet og dets kar fremgaar av, at mere end en fjerdedel av samtlige anatomisk-fysiologiske tegninger i de seks *Quaderni* behandler hjertet og dets dele, og hvor nødvendigt Leonardo synes det er at demonstrere hjertet ved hjælp av tegninger og ikke



Fra folio 6 recto. *Quaderno I.* (Experimenterne paa svinehjertet.)

blot ved ord, fremgaar av følgende passus[1]: «Med hvilke ord vil du beskrive dette hjerte, saa at du ikke fylder en bog; og jo minutiøsere og vidtløftigere du beskriver, desto mere vil du forvirre tilhørerens aand, og altid vil du behøve en kommentator eller vende tilbake til erfaringen, som hos dig er meget kort og gir oplysning om faa ting betræffende gjenstandens helhed, om hvilken du ønsker fuld kundskab»; og det er netop under sine funderinger over hjertet og dets arbeide, at han utbryder[2]: «Gjør en diskurs over den daddel, som er nødvendig likeoverfor disciplerne, impeditorer av anatomien og abbreviatorer av den. Ikke abbreviatorer[3]) men obliatorer skal man kalde dem, som forkorter saadant arbeide som dette.»

Samler man i faa ord de resultater, som Leonardo i de blade, som danner *Quaderni*, synes at være kommen til med hensyn paa hjertets arbeide, blir det følgende: Ved forkamrenes sammentrækning gaar blodet gjennem de venøse ostier ind i hjertekamrene. Ved disses systole gaar blod ut gjennem arteria pulmonalis og aorta. Gjennem arteria pulmonalis gaar blod fra høire hjertekammer til lungerne; herfra vender det «forfrisket» tilbake til hjertet — ad hvilke kar nævnes ikke. Fra venstre hjertekammer drives blod ut gjennem aorta og herfra ut gjennem alle arterier. Ute i huden gaar det over i «kapillarvener». Til høire forkammer kommer blod gjennem vena cava.

Disse momenter er, som det vil fremgaa av hele den forangaaende utvikling av emnet, hentet fra mange forskjellige steder i Leonardo's manuskripter. Noget klart overblik over blodets gang har Leonardo ikke git; dertil er hans fremstilling for springende og ufuldstændig. Han har ikke kunnet frigjøre sig helt fra den gamle lære om blodets passage fra høire hjertekammer gjennem septum ind i venstre hjertekammer, om han end selv synes at tvile paa dette, idet han sier at porerne i skillevæggen er

[1]) Q. II, fol. 1 r. [2]) Q. I, fol. 4 v. [3]) Q. I, fol. 4 r.

usynlige; likeledes holder han paa, at ved hjertekamrenes systole gaar noget blod tilbake til forkamrene, indtil atrioventrikularklapperne har lukket sig fuldstændig. Paa den anden side maa det erindres, at Leonardo's fremstilling kun er en samling av materiale, ophobet gjennem en aarrække, spredt paa mange blade gjennem mange aar; det er intet gjennemarbeidet systematisk hele. Naar et lignende forhold gjør sig gjældende ved hans proportionslære, den han som kunstner daglig hadde praktisk bruk for, og i hvilken han har været en av de første, saa er det let forklarligt, at han, som ikke var læge og ikke hadde dennes utdannelse, i sin fremstilling av et av medicinens vanskeligste problemer, kan bli springende, ufuldstændig, ofte uklar. Det skal ogsaa erindres, at paa de mange punkter i anatomien, hvor Leonardo har været langt forut for sin tid og fundet rigtige forhold, forhold som var hans samtid ganske fremmed, der præciserer ikke Leonardo disse sine fund som rigtige i forhold til samtiden, han nævner dem kun uten at stille dem i relief til fortid eller samtid —, det er en sen eftertid, som har fundet dem i hans tegninger og tekst. Det kan derfor være, at Leonardo, trods enkelte vildfarelser og manglende led, dog intuitivt kan ha hat en i hovedsaken rigtig opfatning av blodets gang, uten at man objektivt kan paastaa, at han har opdaget kredsløpet. Men at han i *Quaderni* har skuet Kanaans land, er vel neppe tvilsomt. Og det synes, som om man har ret til at tro, at han er kommet noget ind i selve landet, naar man stiller uttalelserne i *Quaderni* sammen med følgende i *Fogli:* «Ved[1]) venernes forgrening i mesenteriet utdrages føden fra næringsmidlets korruption i tarmene, og tilslut kommer den ved arteriens yderste forgreninger tilbake til disse tarme — —» og «Havets oprindelse[2]) er motsat blodets, thi havet mottar i sit skjød alle floder, som kun er fremkommet ved

[1]) Fogli B. fol. 3 r. [2]) Fogli A, fol. 4 r.

vanddampe, opstaaet i luften; men blodets hav er alle kars aarsak. Aorta[1]) er kun en eneste, som deler sig i saa mange hovedgrene, som de fornemste steder, som den maa ernære, er, grene, som igjen forgrener sig i det uendelige» — det ligger her nær at anta, at Leonardo for sit indre øie har seet *circulationem sanguinis*.

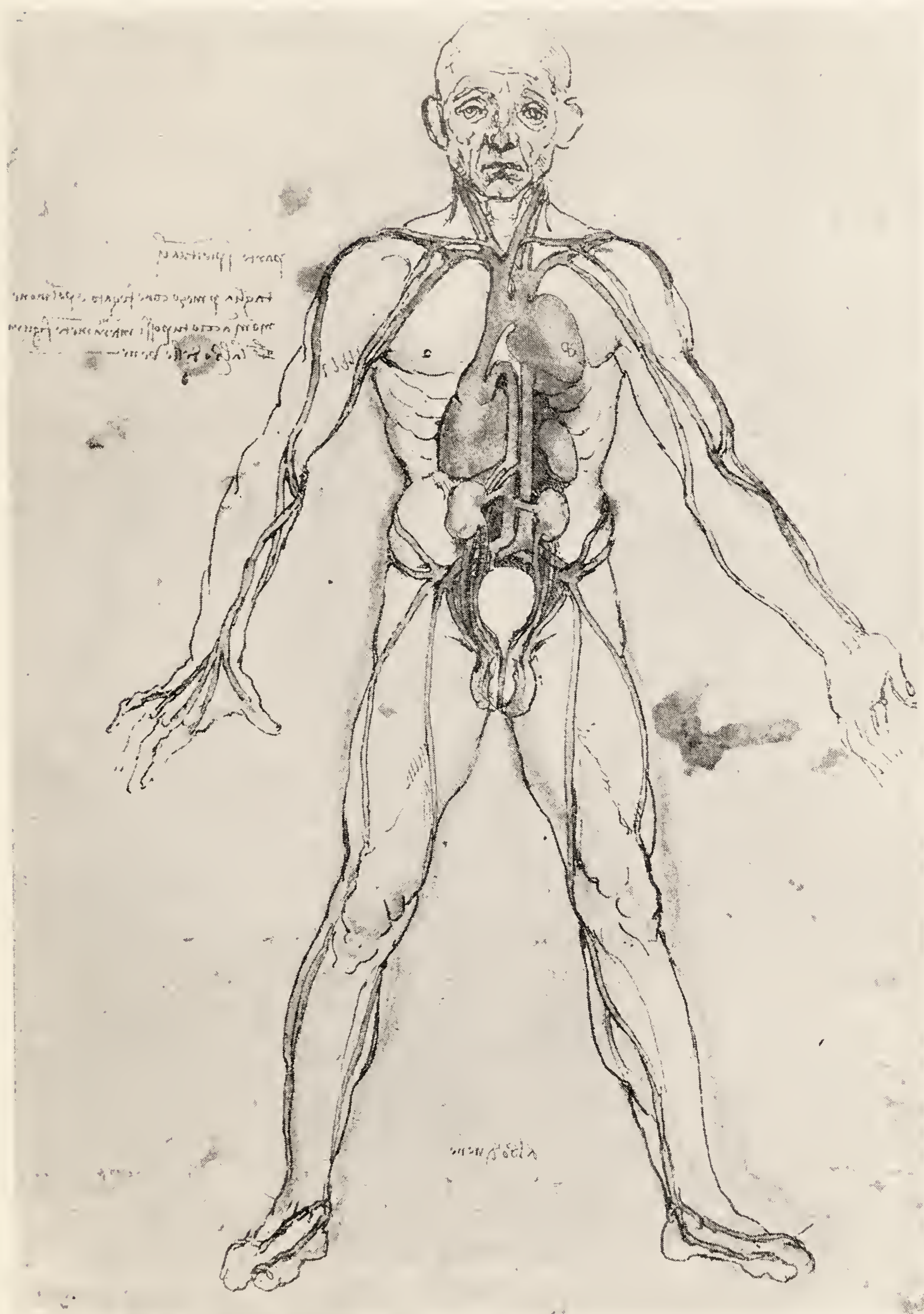
Mens karrene i *Fogli* er fremstillet saa smukt, at Leonardo maa ha brukt injektionsmasse til deres præparation, viser mange kartegninger i *Quaderni* hen til en meget tidlig periode av Leonardo's forskning.

Saaledes har den store helsides tegning — *Quaderno V*, fol. 1 r. — med overskrift «Kartræ» og «Spirituelle dele» ikke synderlig med virkeligheden at gjøre; merkelig nok er de tre store kar, som kommer fra arcus aortae, rigtig fremstillet der. Hans anvisning til studiet av karrene lyder bl. a.: «Gjennemskjær i midten hjerte, lever og lunge og nyrerne for at du fuldstændig kan tegne karrenes træ.» Og til en meget flygtig skitse[2]) av karsystemet føier han følgende passus under overskriften «Anatomia venarum» (ɔ: vasorum): «Her skal man fremstille kartræet i almindelighed, saaledes som Ptolemaeus fremstillede verden i sin kosmografi. Derefter skal man fremstille hver dels kar særskilt, fra forskjellige sider. Anskueliggjør karrenes forgreninger bakenfra, forfra og fra siden, ellers vil du ikke gi den sande kundskab om deres forgreninger, form og situs.»

---

[1]) Fogli A, fol. 4 r. Her staar «la vena», men der er intet til hinder for at «la vena» her betyder «karret» d. v. s. aorta, i likhed med f. eks. Q. I, fol. 1 r., hvor Leonardo benævner bukaorta og vena cava inferior med «le vene massime», og med Q. II, fol. 2 v., hvor han omhandler bl. a. aorta under overskriften «de nomi delle vene del chuore», det er ogsaa oversat med «om navnene paa hjertets kar»; sammesteds benævner Leonardo aorta med «vena aorto».

[2]) Q. V, fol. 2 r.



Folio I recto. *Quaderno V.*

Som motsætning til folio 1 r. *Quaderno V* staar folio 8 recto *Quaderno IV:* et smukt og fuldstændig rigtigt præparat av de subkutane vener i lyskepartiet; her sees ogsaa forbindelsen mellem vena saphena magna og vena femoralis, som ligger medialt for arteria femoralis. Til tegningen hører følgende passus: «Fra armenes og laarenes bløte partier («anguinaie» — egentlig lyske) gaar vener, forgrenende sig fra sine hovedstammer, og de gjennemløper legemet mellem huden og kjødet. Og husk at notere, hvor arterierne skiller sig fra venernes og nervernes selskab.» Paa tegningen sees ogsaa den enkelte vena dorsalis penis: «Blandt venernes forgreninger er der to slags, d. e. enkelte og sammensatte; enkelt er den, som gaar videre, forgrenende sig i det uendelige; sammensat er den, naar en enkelt vene er opstaaet av to forgreninger, saaledes som man ser n. m, og m. o., grene fra to vener, som forener sig i m. og danner venen m. p., som gaar til membrum.» Denne Leonardo's kartegning kan — som saa mange andre av hans anatomiske tegninger — forsvare sin plads i et nutidens plancheverk.

Man kunde vente at finde Leonardo's proportionslære[1]) optat i «Trattato della Pittura» («Bogen om male-

[1]) *Proportionslæren* vil si læren om et smukt forhold mellem legemet og dets dele angit i tal, og den er skabt av kunstneriske, praktiske behov.

Fra oldtiden av har kunstnerne søkt efter et grundmaal, en *modul,* hvorved man kunde fastslaa *normen,* d. v. s. den normale længde og bredde av legemet og dets dele, og det skema, som kunstnerne brukte i praksis, har man kaldt *kanon.*

Som modul har været benyttet længden av hode, ansigt, haand eller fot, og ved hjælp av disse grundmaal har man bestemt legemets og lemmernes længde. Den *ægyptiske* kanon synes at være beregnet efter længden av tredje finger, og legemets længde skulde være 19 langfingres. Den *græske* kanon, beregnet efter Polyklets landsebærer, mener nogle er bygget paa den ægyptiske, andre antar, at den er bestemt efter hodehøiden, som skulde gaa otte gange op i legemshøiden. Hos Albrecht Dürer findes legemshøiden fra $6^1/_2$ til 8 hodehøider, og efter Michelangelo's kanon synes legemets længde at være mellem 9 og 10 hodehøider.



Fra folio 8 recto. *Quaderno IV.*

riet»), et arbeide, som er sammensat av utdrag av Leonardo's manuskripter; men der findes her litet derom, der fremholdes, at naturen aldrig skaber det ene individ ganske likt det andet, hvorfor man ikke maa gjøre alle sine figurer efter et maal; men av specielle maal nævnes i dette arbeide kun nogle faa.

De manuskripter, som utgjør fol. 1—fol. 12 i *Quaderno VI*, indeholder formentlig det væsentligste av Leonardo's proportionslære for den voksne mands vedkommende[1]. I sin fremstilling er han undertiden uklar, idet han ikke sjelden betegner maalepunkter med bogstaver, uten at det av de hosstaaende tegninger med tydelighed fremgaar, hvilke bestemte punkter han egentlig mener. Han benytter ogsaa til maaling punkter, som varierer hos de forskjellige individer f. eks. haarranden, og enkelte av hans passus og tegninger er dunkle. Han bruker ogsaa forskjellige navne paa en og samme del: basis av næsen betegnes saaledes som «fine di soto del naso», som «principio del naso» og som «nasscimento di sotto del naso».

Leonardo har som andre tidligere, samtidige og senere kunstnere dannet sig en *kanon*, og som *modul* for denne bruker han høiden av hodet eller ansigt eller længden av fot, men ogsaa en række andre. Han tegner og uttaler paa et sted at hode og fot er like lange, paa et andet at hodet er kortere end foten. Ifølge et sted er legemets høide 4 skulderbredder, ifølge et andet har avstanden fra fotsaalen til basis av næsen denne længde. Hode og haand er like lange paa et manuskript, paa et andet har de ulike længde, og sammesteds er haand og ansigt like lange. Disse og lignende tilsyneladende motsigelser skriver sig vel fra, at Leonardo har maalt personer med forskjellig længde av legemet og av dets dele.

[1]) Et sted — Richter: The literary works of Leonardo etc., II, pag. 109 — uttaler Leonardo, at han vil beskrive den voksne mands og kvindes proportioner, men en ordnet fremstilling av disse kjendes ikke fra hans haand.

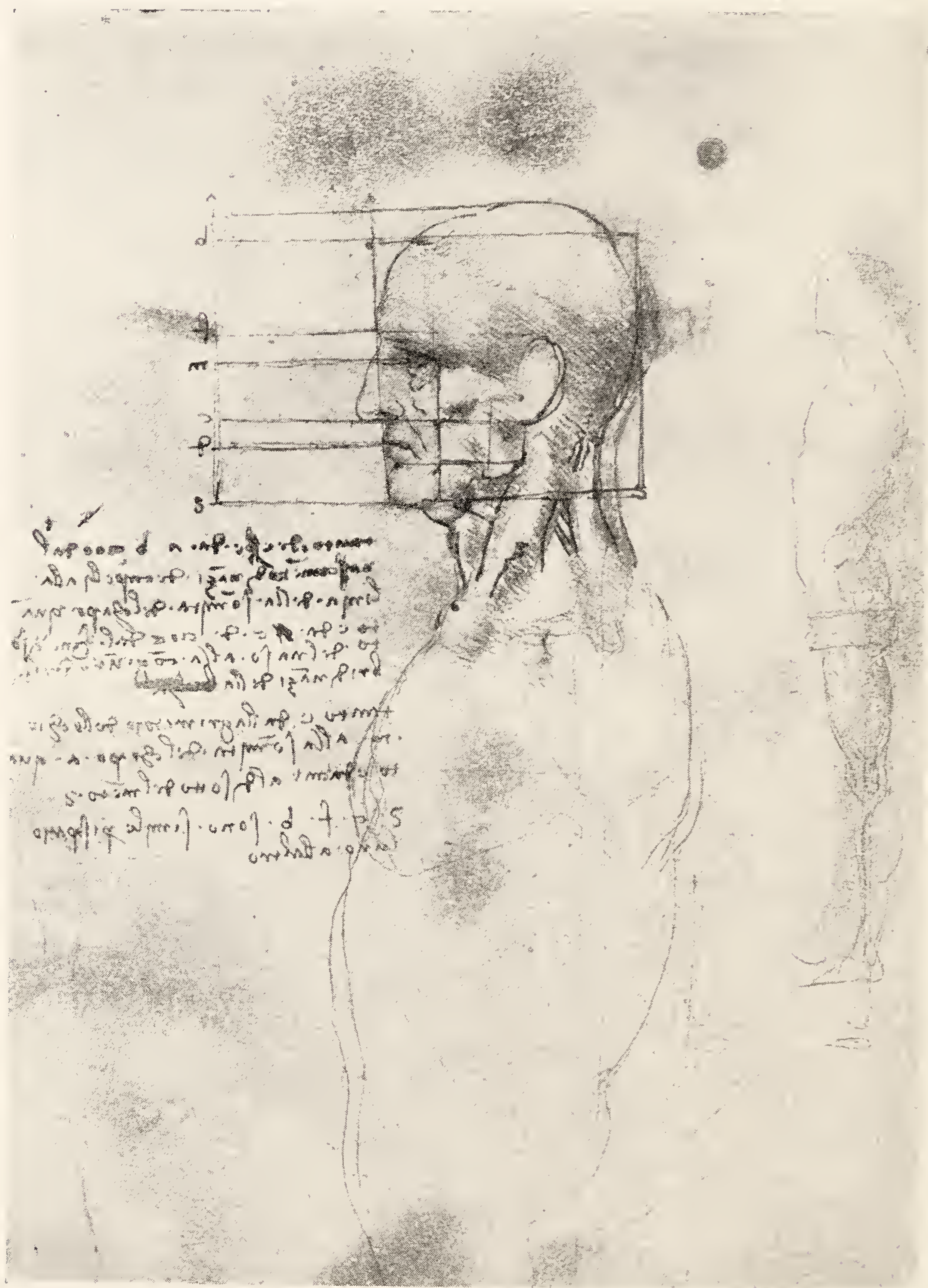
Det er ingenlunde let at finde frem i Leonardo's proportionslære. De foreliggende blade viser sig at være en samling av materiale, som han vel har tænkt at bearbeide; thi her — som ellers saa ofte i hans efterladte manuskripter — behandler han en og samme ting paa forskjellige blade, rimeligvis til forskjellige tider og paa forskjellige individer, og saa nedtegner han sine fund uten at ordne eller sammenstille dem; han anfører saaledes visselig baade individuelle og generelle maal, og herav følger vel de mange uoverensstemmelser.

Nogle delvis bearbeidede avsnit av Leonardo's proportionslære, saaledes som den findes i *Quaderni VI*, skal her kortelig anføres.

Hodehøiden er lik avstanden fra undersiden av haken til den største høide av hodet, *ansigtshøiden* avstanden fra hakens underkant til haarranden, *fotlængden* avstanden fra bakkant av hælen til stortaaens eller den anden taaes spids, *skulderbredden* avstanden mellem deltamusklernes konturer; undertiden benytter han for skulderbredden betegnelsen avstanden mellem «skulderleddene».

Hodets proportioner.

Der er $^1/_2$ hodelængde fra issen til indre øievinkel, fra denne til underkanten av haken, fra haken til kjævevinkelen og fra overkant av øret til issen, likesaa er halsens tykkelse forfra baktil lik $^1/_2$ hodelængde. — $^3/_4$ hodelængde er der mellem mundspalte og haarrand, mellem hake og nakke, og ansigtets største bredde er likeledes $^3/_4$ hodelængde. Ansigtet deles i 3 likestore dele, nemlig avstanden fra haken til basis av næsen, herfra til næseroten «hvor øienbrynene begynder», og herfra til haarranden. $^1/_2$ ansigtslængde er der fra midt paa næsen til haken; $^1/_4$ ansigtslængde fra underkant av haken til mundspalte, fra bakerste kant av øret til nakken, fra hakens mest fremtrædende parti til strupen; mundens bredde er likeledes $^1/_4$ ansigtslængde. $^5/_6$ ansigtslængde fra læbe-



Folio 1 recto. *Quaderno VI.*

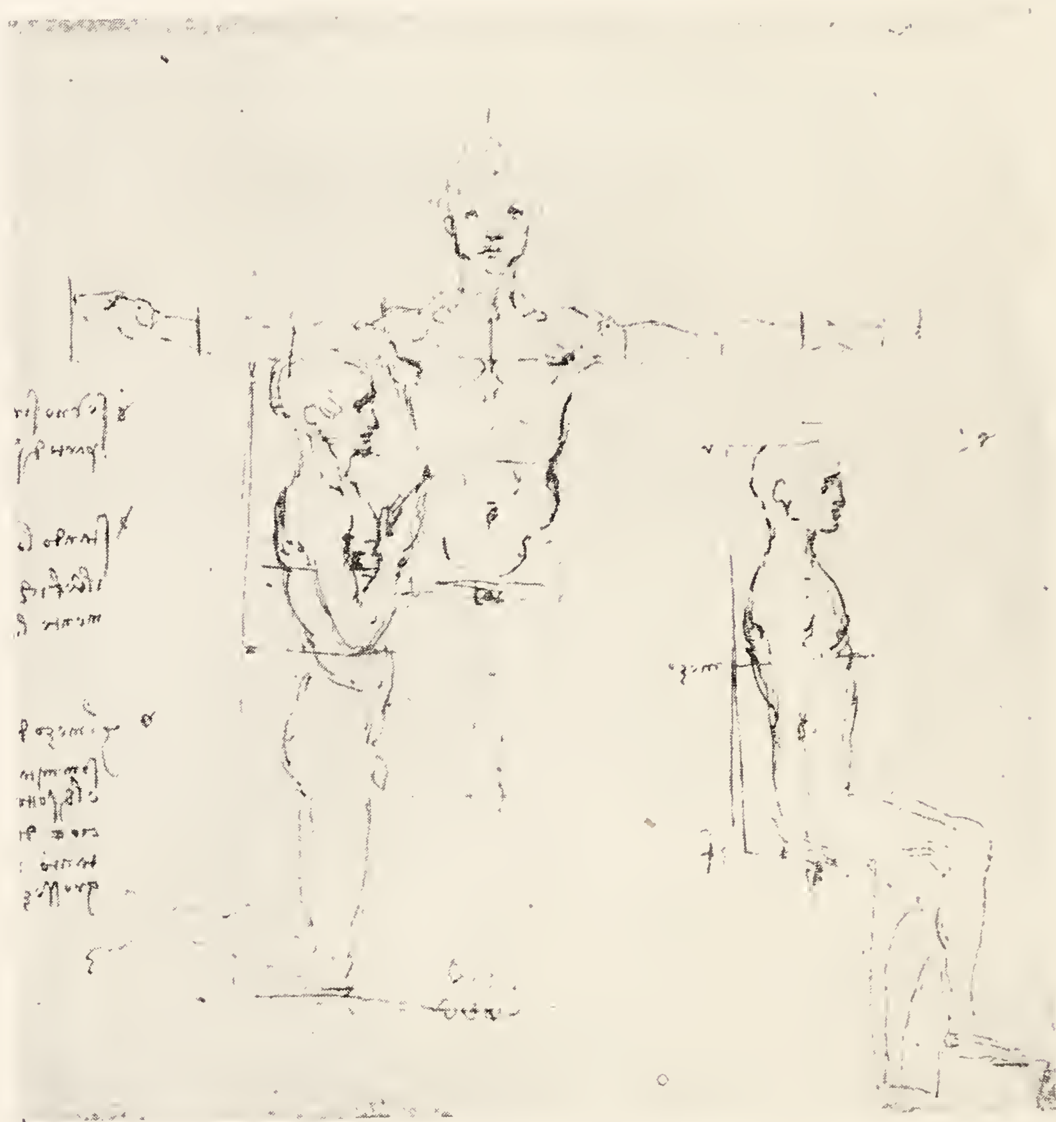
hakefuren til haarranden; $^1/_6$ ansigtslængde fra læbe-hakefuren til hakens underkant; $^1/_7$ ansigtslængde fra haarrand til isse og fra næsens basis til mundspalten; $^1/_{12}$ ansigtslængde fra læbe-hakefuren til mundspalten.

Legemshøidens proportioner.

Legemshøiden er: 8 hodelængder, fra haarranden til gulvet er 9 ansigtslængder, 3 gange avstanden fra haandled til skulderhøide, 4 skulderbredder, 4 gange avstanden fra legemets midtlinje til albubøiningen paa den strakte, abducerte arm, 4 alen; — en alen («chupido») er avstanden fra albubøiningen til spidsen av langfingeren paa strakt arm, eller avstanden fra albuspidsen til tommelfingerspidsen paa bøiet arm; — 6 gange avstanden fra haarranden til halsgruben, 12 ansigtsbredder, 12 gange avstanden fra mundspalte til haarrand, 15 gange halsens diameter i profil, 15 gange avstanden fra haken til øiet, 16 gange fra hakespidsen til kjævevinkelen, fra haken til indre øievinkel og fra overkant av øret til issen, 18 gange fra øverste halsvinkel til halsgruben, 42 gange avstanden forfra baktil paa armen ved haandleddet, 54 gange avstanden fra læbe-hakefuren til hakens underkant.

Sammenligner man flere av disse maal med maalene for hodets proportioner, faar man undertiden en legemslængde paa $7^1/_2$ og paa 9 hodelængder.

Naar man knæler vil legemshøiden forkortes med $^1/_4$; i denne stilling, med hænderne paa brystet, vil navlen være midtpunktet, og albuspidsen ligge i navlehøiden. Naar man sitter, vil underkanten av mamma og av skulderbladet ligge i samme høide og vil ligge like langt fra issen og fra sætets underside; og fra sætet til issen «vil være saa meget mere end det halve menneske som tykkelsen og længden av testiklerne». I staaende stilling vil øreaapning, skulderhøide, laarbensknoke og ydre ankelknoke ligge i en og samme lodrette linje.



Fra folio 8 recto. *Quaderno VI.*

Kroppens proportioner.

Skulderbredden er lik avstanden fra halsgruben til navlen og er lik 2 hodehøider; fra navlen til roten av membrum er 1 hodelængde, og fra brystvorten til navlen (»mammolino») er der 1 fot og lik avstanden fra haandled til albue og fra denne til akselgruben. Skulderbredden er lik avstanden fra laarbensknoke til knæ og fra dette til ankelled. Avstanden mellem akselgruberne er lik hoftekamsbredden og er lik avstanden fra skulderleddet til hoftehøiden og lik avstanden herfra til underkanten av sætet; beltestedet ligger midt imellem skulderleddet og underkanten av sætet.

Armens og benets proportioner.

«Fra spidsen av haandens længste finger til skulderleddet er der 4 hænder eller om du vil 4 hoder», ogsaa 3 fot; 1 fot er der fra haandled til albuen, likesaa herfra til akselgruben, og ved bøiet albuled er der 2 hoders længde fra skulderens overside til albuspidsen og samme længde herfra til basis av de fire ulnare fingre; og avstanden fra fingerspidsene til akselgruben er lik avstanden fra hoftespidsen til knæskallen og lik avstanden herfra til fotsaalen, og hver av disse avstande er 2 fot; 2 fot er ogsaa avstanden fra fotsaalen til forsiden av det retvinklet bøiede knæ og avstanden herfra til baksiden av sætet. Avstanden fra laarbensknoken til knæled og herfra til ankelled er like lang.

Det er vel saa, at Leonardo's studium av anatomien er utsprunget av hans ønske om at kunne gjengi overflatens anatomi saa naturtro som mulig, idet han har fulgt sit valgsprog, «at vite er at se». Men under dette er han efterhaanden blit fuldstændig fængslet av sit arbeide med forskningen av det høiest organiserede væsen, og saa har han besluttet at fortsætte, indtil han har gjort sig til herre over emnet. Og paa grund av hans intuition, av hans evne til at behandle hvert emne som den fødte forsker, og paa grund av hans enestaaende færdighet som tegner, har dette lykkes ham fuldstændig. Han har forstaaet at gjengi det, han har lært at kjende av naturen ved at se, paa en fuldkommen maate, og paa basis av dette indgaaende kjendskab til næsten alle dele av menneskets bygning og paa basis av hans intime, kunstneriske behandling av delene og av det hele faar hans tegninger en sjelden, en hidtil uovertruffet skjønhed. Høiest naar han i sine mange gjengivelser av overflatens anatomi; her ser man det spillende liv i alle dets mange, rikt nuancerede faser, her trænger hans blik gjennem alle legemets lag. Hans plastiske, farvelagte tegninger av legemet i for-

skjellige stillinger, hvorav *Quaderni* indeholder en række paa brunrødt og blaaliggrønt papir, viser klart, hvilken anatom og kunstner Leonardo var.

Til denne overflate-anatomi knytter han en del tekst, som ogsaa viser hans indgaaende behandling av stoffet. Under overskrift[1]) «Om menneskets form» spør han: «Hvilken del paa mennesket er den, hvor «kjødet» aldrig tiltar, naar mennesket blir fet. Hvilken er den del, som, under menneskets avmagring, aldrig avmagres med altfor merkbar avmagring. Blandt de dele, som blir fete, hvilken er den som blir fetest. Blandt de dele, som avmagres, hvilken er den, som blir mest mager. Hos de mennesker, som er mægtig i kraft, hvilke muskler er av større tykkelse og mere svulmende.» Og han fortsætter under overskriften: «Om maleriet»: «Hvilke muskler er de, som i alderdommen eller hos ynglingen, som avmagrer, skiller sig fra hverandre. Hvilke er de steder paa de menneskelige lemmer, hvor «kjødet» aldrig tiltar paa grund av nogenslags beskaffenhed av fedtet, og hvor ogsaa «kjødet» aldrig avtar paa grund av nogenslags grad av magerhed. Hvad man søker i disse spørsmaal, vil bli fundet ved knoklernes samtlige overfladiske led, som skulder, albue, hændernes og fingrenes led, hofte, knæ, ankler og tæer og lignende ting, som vil bli omtalt paa sine steder.» Hvilke spekulative emner Leonardo kunde komme ind paa, fremgaar av hans eiendommelige bemerkning[2]) om, at naturen har anbragt fortil samtlige de dele, ved hvis støt mennesket maatte føle smerte, f. eks. panden, næsen og skinnebenet; hvis disse dele nemlig ikke var indrettet paa saadan smerte, vilde de mange støt, som disse steder lider, visselig være aarsak til disse partiers ødelæggelse.

Frygtløs og bydende, vægtig og værdig dadler[3]) Leonardo den, som foragter de mathematiske videnskaber, «i hvilke den sande viden om tingene er indeholdt», den, som

[1]) Q. VI, fol. 22 r. [2]) Ibid. [3]) Q. II, fol. 14 r.

ikke gaar tilbunds i tingene, men kun holder sig til overflaten, den, som vilkaarlig forkorter autorerne, den, som mener at kunne dissekere Guds aand. Han haaner sofisterne og bespotter den menneskelige daarskab og dem, som gjør buken til sin gud, og dem, som forfølger de svake og uskyldige. Han maner til ærbødighed og anerkjendelse av de store aander og advarer mot at forfølge dem: «Og hvis nogen er befunden *virtuoso* og god, jag ham ikke bort fra eder, ærer ham, forat han ikke skal undfly eder og trække sig tilbake til ødemarker eller huler eller andre ensomme steder for at undfly eders fælder. Og hvis nogen av disse blir funden, ærer ham, fordi disse, da de er vore jordiske guder, fortjener statuer, billeder og æresbevisninger. Men jeg erindrer eder vel om, at deres billeder ikke blir spist av eder, saaledes som det sker i nogle egne av Indien, at, naar deres billeder fuldfører et eller andet mirakel, præsterne (da) skjærer dem i stykker, naar de er av træ, og gir alle indbyggerne derav — og ikke uten vederlag; og hver rasper fint sin del og strør det paa den første føde, som de spiser, og paa denne maate mener de, efter sin tro, at de har spist sin hellige, og tror, at han derefter beskytter dem mot alle farer. Hvad tykkes dig, menneske, her om din species, er du saa klog, som du holder dig for, — er dette ting, som bør gjøres av mennesker.»

Med ukuelig vilje — «hindring bøier mig ikke; enhver hindring overvindes ved fasthed» —, med ærefrygt staar Leonardo likeoverfor de forskningsopgaver, han stiller sig; med intensitet, med impetus gaar han løs paa dem, og netop i undfangelsesøieblikkene av de videnskabelige problemer er det, at hans betagende personlighed, hans skabende fantasi, hans dype temperament mest umiddelbart kommer tilsyne, og netop da bruser hans ynglende tanker og ideernes væld frem.

Men — illegitim født, gjort arveløs av faren, mislikt av stedbrødrene og ofte miskjendt av samtiden, som ansaa ham for en gaadefuld person, der maatte sitte inde med

mange hemmeligheder, har Leonardo følt sig ensom og misforstaaet. Han blev en grubler, og han priser ensomheden, thi kun den gir ham tid til studier: «Naar[1]) du er alene, er du helt ut dig selv; men er du fulgt av en eneste ledsager, er du kun halvt dig selv. — — Og vil du tjene to herrer, overgivende dig stundom til selskabslivet, stundom til dine kunstnermeditationer . . saa sier jeg dig, at deri vil du ikke lykkes.»

Leonardo, som uten tvil har været det 15de aarhundredes største naturforsker, og som maa ha hat fuld forstaaelse av betydningen av alt det nye, han hadde skabt paa saa mange felter, maa inderst inde ha været en beskeden mand, hvad der fremgaar av følgende *proemio*[2]), som vel ogsaa kan opfattes som et utslag av hans ensomhedsfølelse: «Efterdi jeg ser, at jeg ikke kan finde nogen nyttigere eller mere tiltalende materie, fordi de mennesker, som er født før mig, (allerede) har forsynet sig med alle nyttige og nødvendige emner, vil jeg gjøre som hin, der av fattigdom kommer som den sidste til markedet, og som, da han ikke formaar at skaffe sig noget andet, griper alle de ting, som de andre allerede har besigtiget, men ikke antat og kastet tilside paa grund av deres ringe værdi. — Disse ringe og forsmaaede varer, resterne fra de mange kjøpere, vil jeg lægge paa mit svake pakæsel og med dette ikke drage gjennem de store stæder, men gjennem de fattige landsbyer og utdele det (der), og (der) faa saadan løn, som det, jeg har præsteret, fortjener.»

Med et geni, som skabende brændte i døgnets samtlige 24 timer (Herzfeld), har Leonardo neppe følt sig fastholdt av noget av de almindelige baand, som tvinger andre dødelige til at gro fast der, de engang har slaat sig ned. Derfor søker han efterhaanden tjeneste hos forskjellige fyrster — Ludovico Moro, Cæsare Borgia, Ludvig XII og Frantz I —, hos hvem han trodde i øieblikket at finde

[1]) Citeret efter Sirén. [2]) Codice Atlantico, fol. 119 r.

gunstige betingelser for utfoldelsen av sine evner og sine planer og tilfredsstillelse av det, som ustanselig drev ham fremad: hans umættelige trang til at lære, forstaa og skabe.

Led for led søker Leonardo at opbygge hele den sammenhængende kjæde, som danner naturen. Altid har han herunder helheden for øie, og naturen opfatter han som en enhed. Han kommer til den slutning, at der er *en* naturlov, som behersker den hele verden, og det er «nødvendigheden»: nødvendigheden[1]) er naturens mester og formynder, det er *den*, som skaber de evige love.

Hele Leonardo's naturforskning — en forskning, man har kaldt en gudstjeneste —, viser sig gjennemstrømmet av en stor kjærlighed til *alt* i naturen, fra mennesket til den mindste skabning, og altid viser han sig som den benaadede forsker, hvad enten han — som den første occidentaler, der av videnskabelig trang vover sig ind i Alperne — paa «Mombosa»[2]) undfanger den første videnskabelige hypothese angaaende gletscherne, eller han undersøker de fineste dele av planterne eller det mindste dyr. «Den store kjærlighed[3]) fødes av den store kundskab til formaalene, som man elsker. Om du ikke eier kundskab til dem, kan du alene elske dem daarlig, eller slet ikke. — Og elsker du dem alene kun paa grund av det gode, som du venter dig av dem, ikke paa grund av summen av deres egenskaber, saa gjør som hunden, der vifter med halen mot den, som vil gi den et ben. — Kjærligheden er kundskabens datter, og kjærligheden er inderligere i samme grad som kundskaben er sikrere. — Kjærligheden beseirer alt.»

Denne mand, som uttaler[4]): «Naar jeg tror, at jeg har lært at leve, (da) vil jeg lære at dø», han gjennemskuer klart det forfængelige i al vor higen: «Mennesket[5]), som med uavladelige ønsker venter det nye foraar fuldt av fest,

---

[1]) Richter, 1135. [2]) Rimeligvis Mont Rosa. [3]) Citeret efter Sirén. [4]) Codice Atlantico, fol. 252 r. [5]) Citeret efter Herzfeldt, CXX.

den nye sommer, kommende maaneder og kommende aar —, mennesket synes, at alt dette nøler alt for længe med at indfinde sig og merker ikke, at det ønsker sin egen opløsning. Men — lægger han til — dette ønske er kvintessensen, elementernes sande aand, som gjennem sjælen føler sig indesluttet i det menneskelige legeme og altid forlanger at vende tilbake til sin utsender. Og jeg vil, at du skal vite, at dette samme ønske er hin kvintessens, naturens ledsagerinde, og at mennesket er modellen for den hele verden.»

Leonardo's betydning som *anatom*, bedømt efter *Windsor-manuskripterne*, kan kortelig sammenfattes saaledes:

Ingen før ham har, saavidt man vet, dissekeret saa mange lik, ingen før har forstaaet fundene som han. Han er den første, som har fremstillet uterus som et enrummet organ, den første, som har git en rigtig fremstilling av menneskets benbygning — av brystkassen, av kraniet og av dets pneumatiske hulrum, av extremitetsknoklerne, av hvirvelsøilen, av bækkenets rigtige stilling med derav følgende rigtige krumninger av columna —, den første, som rigtig har gjengit omtrent hver muskel i legemet. Ingen før ham har tilnærmelsesvis tegnet nerverne og karrene saaledes som de i virkeligheden forløper, likesom han sandsynligvis er den første, som har brukt injektion med stivnende masse for at præparere karrene. Ingen før har kjendt og fremstillet hjertet som han, han er den første, som har benævnt dets hulrum ventrikler, dets ører auriculae og beskrevet dets muskelbjælker; hvorvidt han har forstaaet kredsløpet, faar staa hen. Han er den første, som har foretat avstøpninger av hjerneventriklerne og gjengit dem i hovedsaken rigtig. Han er sandsynligvis den første, som har foretat seriesnit. Ingen før og neppe nok nogen siden har fremstillet en plastisk overflate-anatomi som Leonardo, og ingen tidligere har behand-

let anatomien saa utførlig og saa rigtig i topografisk og komparativ retning

De fleste av Leonardo's anatomisk-fysiologiske tegninger staar i videnskabens, ikke i kunstens tjeneste; thi til rene kunstneriske formaal har en kunstner ikke bruk for kjendskabet til hjernens ventrikler, til hjertets anatomi og fysiologi, til experimentelle beviser for hjertets arbeide, til blodets gang i karrene, til forløpet av nerverne og de dypereliggende kar, til bronchiernes forgreninger i lungen og deres relation til lungekarrene, til bukens indvolde o. s. v., den mand, som søker for at finde sandheden om alt dette, er *videnskabsmand.* Og det er netop i tegningen, at Leonardo finder den mest tilfredsstillende form for behandlingen av de problemer, han i øieblikket arbeider med. Og med hvilket anatomisk emne han end beskjæftiger sig, selv det mest intime, Leonardo behandler det altid med en soberhed, med en mandig skjønhedsfølelse, som søker sin like

Endskjønt Leonardo ikke har leveret nogen systematisk fremstilling av anatomien, ikke har behandlet alle avsnit av den, heller ikke fuldt uttømmende de, som foreligger fra hans haand, og endskjønt han i sin tekst undertiden staar med *en* fot i gamle forestillinger, blir Leonardo's plads i anatomiens og dermed i medicinens historie den, *at han er grundlæggeren av anatomien fremstillet i billeder,* og *at han er den første, som har behandlet anatomien paa en naturvidenskabelig, methodisk maate* — paa grund av hans selvstændige undersøkelser direkte paa kadaveret, paa grund av hans enestaaende skarpe og koncentrerte observationsevne, paa grund av hans omhyggelige behandling av videnskabelige themata, paa grund av hans intuitive evne til at forstaa og til at drage rigtige slutninger og til at bevise dem experimentelt. Og resultaterne av alt dette viser sig i de mange opdagelser, han har gjort paa menneskeorganismens omraade, hvorved han i mange

spørsmaal er aarhundreder forut for sin samtid i tænkning og kundskab.

Han stiller anatomien i intim relation til fysiologien, og idet han bringer mennesket og alle andre dyr samt planterne i samklang med hverandre og med de i naturen herskende love, klinger den moderne biologs dype tone fra Leonardo's lyre.

Naar man erindrer, at det er gaaet med Leonardo's skriftlige efterladenskaber, som det er gaaet med hans malerier — det meste er tabt, naar der saaledes kun er en brøkdel igjen, og naar den rest, som er tilbake, kun er løsrevne blade med fragmentarisk tekst, med bemerkninger nedskrevne i et tidsrum av en menneskealder, og naar selv dette viser en rigdomsfylde av naturiagttagelser, naturtro fremstillet i den største kunstneriske gjengivelse, maa det vække vor høieste beundring og forbauselse, at Leonardo, hvis hele liv var optat med saa mangfoldige andre gjøremaal, har kunnet finde tid til et saa intimt studium av anatomien, en forskning, som ellers pleier at ligge kunstnere noget fjern. Og ingen har vel med større ret end Leonardo kunnet anvende om sig selv det noget frit gjengivne citat av Horats[1]), som findes paa et av hans manuskripter: «Gud sælger os alle goder for slitets pris.»

Man vil kunne spørre: Hvad har man lært av Leonardo's anatomi, al den stund den ikke har øvet nogen indflydelse paa anatomiens utvikling, men først aarhundreder efter hans død er tolket og offentliggjort paa basis av brokker?

Svaret maa vel bli, at selv denne begrænsede del av Leonardo's virksomhed viser menneskeaandens altomfat-

---

[1]) Q. V, fol. 24 r. Horats: Satire IX, Liber. I, vers 59:
Nil sine magno
Vita labore dedit mortalibus.

tende vingefang, den gir et manende eksempel til intens opgaaen i sit arbeide, til viljens staalsættelse, til selvbeherskelse, til kjærlighed til alt i naturen, og den bidrager sit til at sætte et geni paa den plads i historien, hvorpaa det har ret til at staa.

At ha kunnet forsøke at følge tankegang, theorier, arbeidsmethoder og merkværdige kombinationer hos en av verdens største og mest originale aander, har været forbundet med en eiendommelig charme og glæde; og taknemmelighed føler man, naar forholdene har stillet sig saaledes, at man har faat anledning til at delta i arbeidet for at føie en enkelt sten til den bygning, som holder paa at reise sig over en av de mest alsidige forskere og tænkere, som har levet, et restaureringsarbeide, som aldrig kan bli fuldført, da saa meget av fundamenterne forlængst er gaaet tabt.

En forbindtlig tak rettes herved til *Det Akademiske Kollegium,* der som styre for «*Universitetets Jubilæumsfond av 1911*» ved pekuniært bidrag har muliggjort offentliggjørelsen av denne kommentar.

Dernæst en speciel tak til professor M. Holl for hans indgaaende behandling av *Quaderni* i «Archiv für Anatomie und Physiologie».

Sommario.

Negli anni 1898 e 1901, sessanta dei *manoscritti anatomici-fisiologici ai Leonardo,* i quali si trovano a *Windsor,* con circa 400 disegni furono pubblicati rispettivamente come *Fogli A* e *Fogli B* in facsimile con trascrizione del testo originale e traduzione in francese, da Sabachnikoff e da Piumati a Parigi e Torino. Il resto — 129 manoscritti con circa 1050 disegni è stato pubblicato in facsimile con trascrizione testuale e traduzione in inglese e tedesco sotto il titolo *Quaderni d'anatomia I—VI* da Vangensten, Fonahn e Hopstock, per cura della casa editrice Jacob Dybwad a Christiania negli anni 1911—1916.

L'autore il quale nel 1906 nel «Norsk Magazin for Laegevidenskaben» ha trattato il contenuto dei *Fogli,* ora mette a raffronto i *Fogli* stessi con i *Quaderni,* giungendo alle seguenti conclusioni: Che i manoscritti raccolti nei *Fogli* con poche eccezioni si occupano solamente di questioni anatomiche e fisiologiche; che gli studî di Leonardo in quest'opera sono stati quasi esclusivamente guidati dalla sua abilità come dissettore; che nei *Fogli* Leonardo si rivela anatomico originale ed eminente; che il suo linguaggio è piuttosto corrente e facile, e che i *Fogli* sono redatti nei suoi ulteriori anni, mentre i *Quaderni* più distintamente che i *Fogli* mostrano il modo col quale Leonardo si è applicato allo studio dell'anatomia, e lo spazio di tempo nel quale questo lavoro si è svillupato ci mostra che quasi un quarto dei *Quaderni* tratta di questioni estranee all'anatomia; che perciò gli studî di Leonardo a questo tempo sono stati divisi fra una quantità di materie diverse; che i manoscritti dei *Quaderni,* nei quali la lingua spesso è dura e difficile ed il senso non è facile a capire, sono il prodotto di un periodo molto lungo negli studî di Leonardo cioè dell'epoca che va dai suoi primi studî anatomici fino ai suoi ultimi anni; che Leonardo in questi manoscritti da prima ha attinto a fonti antiche, ma poi ha cominciato a fare studî originali d'anatomia; che questi studî si sono svillupati in una maniera sempre più sicura e conforme allo

scopo, di modo che anche nei *Quaderni* Leonardo rivela qualità di grande naturalista originale. L'autore dà degli esempî per mostrare come Leonardo procede nelle dissezioni, quale è il suo parere degli autori, dei requisiti che si chiedono al dissettore, e con quale spirito Leonardo fa la dissezione.

Indi l'autore fa un riassunto degli studî embriologici di Leonardo nei *Quaderni*, della sua maniera di trattare gli organi generatori, l'osteologia, la miologia, l'anatomia topografica e comparativa, i ventricoli cerebrali, il sistema nervoso periferico; si occupa più minutamente del modo col quale Leonardo tratta i polmoni e la respirazione, trachea, laringe e lingua, e come Leonardo ha trovato un focus caseoso calcinato nel polmone; indi parla più estesamente della maniera come Leonardo tratta il cuore, la corsa del sangue nelle vene, venendo alla conclusione che Leonardo non ha dato un'idea chiara della corsa del sangue, ma che però, riguardo alla circolazione, egli ha senza dubbio veduto il paese di Canaan; e paragonando le dichiarazioni scarse di Leonardo nei suoi *Quaderni*, con certe altre dichiarazioni nei *Fogli*, si può ben supporre che Leonardo col suo occhio profetico abbia intuito la *circulationem sanguinis*. L'autore poi menziona brevemente la maniera con cui Leonardo nei *Quaderni* tratta le vene; indi viene un riassunto su qualche appunto della sua dottrina delle proporzioni, in parte trattato nei *Quaderni*, e finalmente esso parla dell'esposizione di Leonardo sull'anatomia superficiale plastica. Dopo questo l'autore accenna al pathos possente che si trova nei lavori di Leonardo, della volontà indomabile, e del profondo rispetto col quale Leonardo si mette allo studio dei problemi scientifici, con quale intensità ed impeto conduce il lavoro e come proprio allora la sua personalità affascinante, la sua fantasia creatrice, il suo temperamento profondo, le sue idee feconde e la sovrabbondanza dei suoi pensieri si rivelano in tutta la loro pienezza. Si menziona poi il suo isolamento la sua scrupolosità ed il suo amore per tutto nella natura.

L'autore cosi finisce il suo lavoro:

«L'importanza di Leonardo come *anatomista*, giudicata dai *manoscritti di Windsor*, può essere ricapitolata in breve con queste parole:

Per quanto si sa, nessuno aveva prima di lui sezionato tanti cadaveri; nessuno aveva come lui capito l'importanza di

ciò che aveva trovato. Egli è stato il primo a descrivere l'utero come un organo di una cavità; è stato il primo che ha fatto una descrizione corretta dell'ossatura umana — del torace, del cranio coi suoi vuoti pneumatici, delle ossa delle estremità, della posizione esatta del bacino con le incurvature della colonna che se ne desumono; Leonardo è stato il primo a ritrarre fedelmente quasi tutti i muscoli del corpo. Nessuno ha prima di lui approssimativamente disegnato i nervi e le vene come essí veramente sono posti, ed egli è probabilmente stato il primo a fare iniezioni con una materia solidificantesi per preparare le vene Nessuno ha prima conosciuto e descritto il cuore come lui; egli è il primo a dare il nome di ventricoli ai suoi vuoti, ad impiegare la denominazione auricoli per gli orecchi del cuore, e descriverne le travi; non sappiamo se abbia capito la circolazione. È stato il primo che ha fatto dei getti dei ventricoli cerebrali, ottenendone una riproduzione esatta. È probabilmente stato il primo a fare sezioni di serie; nessuno prima ed appena qualchuno dopo ha fatto un'anatomia superficiale plastica come Leonardo, e nessuno ha prima trattato l'anatomia tanto minutamente e tanto esattamente, topograficamente e comparativamente.

La maggior parte dei disegni anatomici-fisiologici di Leonardo serve la scienza, non l'arte, poichè per semplice scopo artistico un artista non ha bisogno di conoscere i ventricoli del cervello, l'anatomia e la fisiologia del cuore, la corsa del sangue nelle vene, e la posizione dei nervi e delle vene più profonde, le ramificazioni dei bronchi nel polmone e le loro relazioni con le vene dei polmoni, gli intestini dell'addome etc. L'uomo che cerca la verità intorno a tutto questo è uno *scienziato*. Ed è proprio nel disegno che Leonardo trova la forma più soddisfacente per trattare i problemi dei quali sta occupandosi in quel momento; e qualunque sia la materia anatomica intorno a cui sta lavorando, anche la più intima, Leonardo la tratta sempre con una nitidezza, con un senso estetico che non hanno uguale.

Benchè Leonardo non abbia fatto una descrizione sistematica dell'anatomia, benchè non ne abbia trattato in modo completo tutte le sezioni, neanche quelle che egli ci ha tramandato, e benchè nel suo testo qualche volta egli si appoggi in parte su idee vecchie, il posto che Leonardo tiene nella

storia dell'anatomia come in quella della medicina dimostra che egli — per le sue esperienze dirette sul cadavere, per il suo talento d'osservatore straordinariamente acuto e concentrato, per il suo modo esatto di trattare i temi scientifici, per il suo talento nell'intuire i problemi, venire alle conclusioni esatte e dimostrarle sperimentalmente — *è il fondatore dell'anatomia descritta con disegni, e che è il primo a trattare l'anatomia metodicamente e nella maniera della scienza naturale* Il risultato di tutto questo si manifesta nelle sue numerose scoperte sull'organismo umano, precorrendo egli così per dei secoli la sua epoca.

Portando l'anatomia in relazione intima colla fisiologia, e mettendo l'uomo, tutti gli animali e le piante in armonia reciproca ed in armonia con le leggi della natura, Leonardo sulla sua lira fa suonare il tuono profondo del biologo moderno.

Quando si pensi che gli scritti di Leonardo hanno subito la stessa sorte dei suoi dipinti, e che cioè la maggior parte ne è andata perduta; che solo una piccola parte ne è rimasta e che questa stessa consiste semplicemente di fogli staccati, con un testo frammentario e contenenti delle annotazioni gettate giù durante un periodo di tempo corrispondente alla vita di un uomo; e che, malgrado tutto, questo poco che è rimasto rivela una straordinaria abbondanza di osservazioni ritratte fedelmente dalla natura colla maggior esattezza artistica: quando si tenga conto di ciò, non si può non sentire la più viva ammirazione e meraviglia nel constatare come Leonardo, il quale durante tutta la sua esistenza si era occupato di innumerevoli altri lavori, abbia potuto trovare il tempo per uno studio cosi profondo dell'anatomia: studio cioè che di solito sconfina dalle abitudini degli artisti. E nessuno ha con maggior diritto di Leonardo potuto applicare a se stesso il detto d'*Orazio,* che si trova citato un po' liberamente in uno dei suoi manoscritti: «idjo ci vende tutti li benj per preço dj faticha».

Si potrebbe domandare: Che cosa ci ha insegnato l'anatomia di Leonardo se essa non ha esercitato nessuna influenza sullo svilluppo dell'anatomia stessa, e solamente qualche secolo dopo la sua morte, l'opera sua è stata interpretata e publicata sulla base di frammenti?

La risposta sarà che anche questa parte limitata dell'opera di Leonardo rivela come lo spirito umano possa tutto abbracciare. Essa offre un esempio ammonitorio al concentramento nel lavoro, al controllo ferreo della volontà, al governo di se stesso, all'amore di tutto nella natura. Essa serve a dare al genio il posto che gli spetta nella storia.

Mi è stato motivo di godimento ineffabile quello di seguire il filo dei pensieri, le teorie, i metodi di lavoro e le induzioni meravigliose di uno degli spiriti più grandi ed originali; e lo scrittore di questo note si sente riconoscente per aver avuto l'occasione di partecipare ad un lavoro con cui si aggiunge sia pure una sola pietra all'edificio che sta innalzandosi sopra uno degli scrutatori e dei pensatori più versatili che abbia vissuto: lavoro di restaurazione che non potrà mai essere perfetto perchè già da tanto tempo una grande parte del materiale è andata perduta.

Dovuti ringraziamenti al *Collegium Academicum Universitatis Regiae Fredericianae*, il quale come amministratore del «*Universitetets Jubilæumsfond av 1911*» con un sussidio pecuniario ha resa possibile la publicazione di questo commento.

Indi ringraziamenti speciali al Professore M. Holl perchè ha tanto minutamente trattato dei *Quaderni* nell' «Archiv für Anatomie und Physiologie».

Summary.

Under the name of *Fogli A* and *Fogli B Sabachnikoff* and *Piumati* in 1898 and 1901 published sixty of the anatomo-physiological manuscripts of Leonardo's known as the *Windsor Manuscripts.* These publications contain facsimiles of about 400 drawings provided with diplomatarian transcription and French translation. (Paris and Torino).

The rest of the Windsor Manuscripts numbering one hundred and twenty nine have been published with facsimiles of about 1050 drawings with diplomatarian transcription and English and German translation under the name of *Quaderni d'anatomia I—VI* by *Vangensten, Fonahn* and *Hopstock* (Christiania 1911—1916, publisher *Jacob Dybwad).* —

The author of the present article has in «Norsk Magazin for Lægevidenskaben» 1906 given a review of the contents of *Fogli* A and B.

In the present article he makes a comparison between the *Fogli* and the *Quaderni* and arrives at the following conclusions (amongst others). The *Fogli* deal with anatomical and physiological questions only (with the exception of a few manuscripts). Leonardo's investigations are here almost exclusively concentrated on his dissections. He impresses the reader in these papers first and foremost as the great and origiginal *anatomist.* His language is comparatively fluent and easy to follow — all pointing to the fact that the *Fogli* have been written in Leonardo's later years.

On the other hand, the *Quaderni* show us better than the Fogli, *the way* in which Leonardo has arrived at his anatomical knowledge and also what time it has taken him to develop this knowledge. About a quarter of the *Quaderni* deal with non-anatomical and non-physiological questions showing that Leonardo's interests have at the time of writing been divided between a great many heterogeneous things. The language in the *Quaderni* is in many places heavy and complicated and the meaning often difficult to grasp, for which reason one is entitled to conclude that the *Quaderni* represent a very long space of time from the beginning of his anatomical studies right up to his last years.

Probably to start with, Leonardo has derived his knowledge from old sources, but he soon began to make his own anatomical investigations and these investigations he has developed surely and consistently in such a way, that also the *Quaderni* show Leonardo as the great and original scientist — and the *Quaderni* show more than this: they show the laborious scientific *development* of Leonardo through incessant research. —

The author shows us Leonardo's method of dissection, his opinion of different authors, his demands of the art of dissection — and tells us of the interesting sentiments which Leonardo himself experienced whilst dissecting. —

The author then gives a short survey of Leonardo's embryological investigations in *Quaderni*, his treatment of the generative organs, of the osteology, myology, the topographic and comparative anatomy, of the cerebral ventricles, of the peripheral nervous system. — The author further in a more detailed way deals with Leonardo's description of the lungs and the respiration, — his finding of a calcified caseous focus in the lung, his description of the trachea, larynx and the tongue.

A closer study of Leonardo's work on the heart and the course of the blood leads the author to the following conclusions: Although Leonardo nowhere gives a clear description of the course of the blood, he seems to have had more than a vague conception of the circulation — and particularly if one compares certain statements in the *Quaderni* with others in the *Fogli*, it seems highly probable that Leonardo has been able to visualize *circulationem sanguinis*. Leonardo's description of the bloodvessels is next briefly dealt with, whereupon follows a short survey of Leonardo's work on proportions, such as can be gathered from certain parts of the *Quaderni*, and finally Leonardo's description of the plastic surface-anatomy is mentioned. —

The author then enlarges upon various points regarding Leonardo's character and style — his powerful pathos, the unconquerable will and the reverence he shows when facing the different tasks of research he has set himself — the intensity and the impetus with which he attacks them — his fascinating personality, his creative imagination, his crowding richess of thoughts and ideas — his feeling of loneliness, his broodings and his love for everything in nature. —

The author concludes in this way:

«Leonardo's importance as an *anatomist* judged by the *Windsor Manuscripts* may be summarised thus:

As far as is known, nobody before him has made so many dissections on human bodies. Nobody before him has so well understood to interpret the findings. He is the first to depict the uterus as an organ with one lumen, — the first to give a correct description of the human skeleton — of the thorax, the cranium and its various pneumatic cavities, of the bones of the extremities, of the vertebral column, of the correct position of the pelvis and the corresponding curvatures of the column — he is the first to give a correct picture of practically all the muscles in the human body.

Nobody before him had drawn the nerves and the bloodvessels even approximately as correctly as he has, and in all probability he was the first to utilise injections of a solidifying mass in research on the bloodvessels. Nobody before him has known and depicted the heart as has Leonardo, he is the first to give the ventricles and the auricles of the heart their name — the first to describe the muscle-beams. He is the first to have made casts of the cerebral ventricles. He is probably the first to have employed serial sections. No one before him — and hardly anyone since either — has given such a marvellous description of the plastic surface anatomy and no one before him had brought forward that wealth of anatomical details which Leonardo has observed — nor had anyone given such correct information as regards topographical and comparative anatomy. —

Whether he has understood the circulation of the blood still remains an open question.

Most of Leonardo's anatomical and physiological drawings must be said to belong to science rather than to art. The *artist* has no use for any knowledge of the cerebral ventricles, of the anatomy and physiology of the heart, of the position of the nerves and the deeply situated bloodvessels, of the ramifications of the bronchi and their relation to the pulmonary vessels etc. The man who takes an interest in all such things and makes them the object of his study and research is a *scientist.* In drawing he found the most satisfactory form of dealing with the problems he had in hand. And in these drawings he is scientist and artist alike, he has drawn even the most intimate anatomical details with the accurate objectivity of a scientist and yet with a manly artistic sense of beauty, which seems unparalelled. —

Although Leonardo has not left a complete systematic description of the anatomy, nor even dealt with all its different chapters, nor always given an exhaustive description of the chapters he has dealt with, — although in his descriptions he can be seen standing with one foot, as it were, in the old, traditional ideas, yet in the history of medicine Leonardo will rank as *the first to have illustrated anatomy in drawings — the first to have treated anatomy in a methodical, scientific way* by means of independent research by postmortal dissections His singular form of observation and concentration, — his careful treatment of the scientific problems before him — , his intuition and ability to understand, to draw the right conclusions and to prove his conclusions by experiments — all this has resulted in the many discoveries which he has made as regards human anatomy and physiology — discoveries that placed him centuries ahead of his contemporaries in knowledge and thought. —

He places anatomy in close relation to physiology, he regards the human organism as well as the animals and the plants as being ruled by the general laws of nature — *he is, in short, a modern biologist* in the disguise of a mediaeval artist.

When one bears in mind that Leonardo's writings and drawings have shared the fate of his pictures — most of it has been lost and what is left consists of fragments only — and when further we contemplate what a wealth of observations, what a sum of natural science these fragments contain — when one knows that Leonardo was a man, that during his whole life busied himself with numerous different occupations — then we can only marvel at his gigantic energy and genius — that he has found time for such intimate painstaking anatomical research of a kind that is somewhat foreign to the ordinary artist. — Nobody has ever with the same right as Leonardo been able to apply the quotation from *Horats*, which in a somewhat free translation we find in one of his manuscripts: «God sells us everything good at the price of fatigue.»

One may perhaps ask: What have we learned from Leonardo's anatomical writings and drawings? — They can have had no influence on the development of anatomy, as the fragments were not collected, interpreted and published till centuries after his death. — It is a sad tale of labour lost, a tragedy of an anatomical genius having worked in vain without influencing the development of his science. And yet

Leonardo's anatomical investigations have not been altogether in vain, they will for all time stand out as proof of what human genius is capable of — and Leonardo will always remain a glorious example of an unconquerable will, of continuous and intense application to work, of reverend selfrestraint, of love to everything created — a glorious example, whose influence on posterity has not been lost with the majority of his works. — Truly he is to be regarded as a genius of the highest order the world has ever known. —

To have had the opportunity to try to follow his way of reasoning, the development of his theories, his methods of research, has been a privilege, which has given more pleasure and joy than one can easily express — and gratitude is the one predominant sentiment when one has had the opportunity of partaking in the work of laying *one* stone to the building which is now being built of the remnants of the products of one of the worlds greatest research workers and thinkers — a work of restauration which however will for ever have to remain unfinished owing to so many of the fundamental stones being missing.

The author records his gratitude to *Collegium Academicum Universitatis Regiae Fredericianae* for the pecuniary grants which have made the publishing of this commentary possible.

Specially mentioned in this connection must be professor *M. Holl* for his elaborate articles on *Quaderni* in «Archiv für Anatomie und Physiologie».